

Commission européenne

n°58 – Décembre 2008

research*eu

magazine de l'espace européen de la recherche

ISSN 1830-737X

Pollution
L'insaisissable perturbation endocrinienne

Réchauffement climatique
Sur la piste du carbone africain

peau

l'habit et l'organe

*Magazine de l’Espace européen de la recherche, soucieux d’élargir le débat démocratique entre science et société, research*eu est rédigé par des journalistes professionnels indépendants. Il présente et analyse des projets, des résultats et des initiatives dont les acteurs, hommes et femmes, contribuent à renforcer et à fédérer l’excellence scientifique et technologique de l’Europe. Publié en anglais, français, allemand et espagnol, à raison de dix numéros par an, research*eu est édité par l’Unité Communication de la DG Recherche de la Commission européenne.*

Myopie généralisée



La récente crise financière laisse un goût particulièrement amer. Son ampleur consacre sans doute, au propre comme au figuré, la faillite d’un système. Mais pourquoi les appels à la prudence lancés par de nombreux économistes, dont le prix Nobel 2008 Paul Krugman, face à une dérégulation débridée des marchés sont-ils restés sans effet? Faut-il incriminer les modèles économiques, incapables de prendre en compte le risque systémique dans une société de l’information instantanée et globalisée, ou les experts, qui peinent à se faire écouter et surtout entendre des dirigeants? On est tenté de faire un parallèle avec le réchauffement climatique. Le fossé semble béant entre la décision et l’expertise.

Sous pression de l’effondrement des Bourses, les dirigeants ont appelé à davantage de coordination à l’échelle mondiale. Là aussi, le parallèle avec la science est tentant. Depuis des années, l’Union s’efforce d’améliorer la coordination de la recherche en Europe. Avec succès. L’Espace européen de la recherche est considéré comme un modèle en Asie. Il reste que, pour aller au-delà des mots et des réactions ad hoc, des organisations supranationales doivent être dotées de mandats et de devoirs adéquats.

La crise financière nous a secoués aussi par les moyens mis en œuvre. Les Européens ont débloqué plus de mille milliards d’euros en quelques jours alors que, depuis des années, l’Union exhorte ses États membres à investir plus dans la recherche pour éviter un «sous-développement» durable. La différence? La crise financière nous touche aujourd’hui, celle de la recherche demain ou après-demain. S’il vivait encore, Einstein écrirait sans doute: «Je ne sais pas quelle sera l’invention européenne majeure du 21ème siècle mais je connais celle du siècle suivant: la hache de pierre.» Les crises sont aussi des opportunités de sursaut européen.

Les opinions présentées dans cet éditorial, de même que dans les articles de ce numéro, n’engagent pas la Commission européenne.

Demande d’abonnement à la version imprimée de research*eu

Vous pouvez vous abonner gratuitement au magazine via le site web **http://ec.europa.eu/research/research-eu**

Vous pouvez aussi remplir ce coupon en caractères d’imprimerie et le renvoyer à l’adresse suivante :

research*eu
ML DG1201
Boîte postale 2201
L-1022 Luxembourg

Nom : ....

Organisation : ....

Adresse : ....

....

Code postal : .... **Ville :** ....

Pays : ....

Version(s) linguistique(s) souhaitée(s) :

☐ française ☐ anglaise
☐ allemande ☐ espagnole

Si vous souhaitez recevoir plusieurs exemplaires d’une même version linguistique, veuillez adresser votre demande, avec votre adresse complète et une courte justification

- par courriel research-eu@ec.europa.eu
- par fax (+32-2-295 82 20).

Pour obtenir un ou des exemplaires de numéros antérieurs, veuillez envoyer un message par courriel ou par fax.

research*eu

Rédacteur en chef
Michel Claessens

Relecteurs versions linguistiques
Julia Acevedo (ES), Gerard Bradley (EN), Régine Prunzel (DE)

Coordination générale
Jean-Pierre Geets, Charlotte Lemaitre

Coordination rédactionnelle
Jean-Pierre Geets

Conseiller éditorial
Didier Buysse

Journalistes
Sandrine Dewez, Marie-Françoise Lefèvre, François Rebufat, Christine Rugemer, Yves Sciama, Julie Van Rossom

Traductions
Andrea Broom (EN), Martin Clissold (EN), Silvia Ebert (DE), Michael Lomax (EN), Consuelo Manzano (ES)

Graphisme
Gérald Alary (chef de projet), François Xavier Pihen (mise en page), Marie Goethals (coordination et suivi de production), Daniel Wautier (correction des épreuves FR), Richard Jones (correction des épreuves EN), Sebastian Petrich (correction des épreuves DE), D.A. Morell (correction des épreuves ES)

Iconographie
Christine Rugemer

Version Web
Charlotte Lemaitre
Dominique Carlier

En couverture
Biopsie de peau saine pour culture de kératinocytes autologues (tissu issu du sujet lui-même).
©CNRS Photothèque/Hubert Raguet

Impression
Bietlot, Gilly (BE)

Production générale
PubliResearch

Ce numéro a été tiré à 126 000 exemplaires. Toutes les éditions de research*eu sont consultables en ligne sur http://ec.europa.eu/research/research-eu

Éditeur responsable
Michel Claessens
Tél. : +32 2 295 99 71
Fax : +32 2 295 82 20
Courriel : research-eu@ec.europa.eu

L'AIR DU TEMPS

La bêtise conserve… les mouches

Les mouches «bêtes» vivent plus longtemps. C'est en tout cas la conclusion à laquelle on pourrait parvenir à la lecture des résultats d'une étude conduite par des chercheurs de l'université de Lausanne (CH). L'équipe a étudié pendant quatre ans deux populations de drosophiles de la même espèce. L'une a subi un conditionnement visant à booster les capacités naturelles d'apprentissage des individus, en leur faisant, par exemple, associer une odeur à un goût plaisant ou inversement. L'autre population servait de groupe témoin.
En sélectionnant, au fil des générations, les individus les plus aptes à apprendre, les chercheurs ont constaté que les mouches du premier groupe voyaient leur durée de vie réduite de 15 % en moyenne par rapport à celles du groupe témoin. Le système nerveux des drosophiles «savantes» serait-il plus exigeant sur le plan énergétique? Une activité neuronale accrue accélérerait-elle leur vieillissement? Quoi qu'il en soit, le développement de capacités d'apprentissage paraît avoir un coût en termes de longévité pour ces insectes. Sans pour autant offrir de réel avantage concurrentiel, semble-t-il: l'espèce, comme beaucoup d'autres, a pu évoluer jusqu'à nos jours sans pour autant développer sa capacité neuronale.





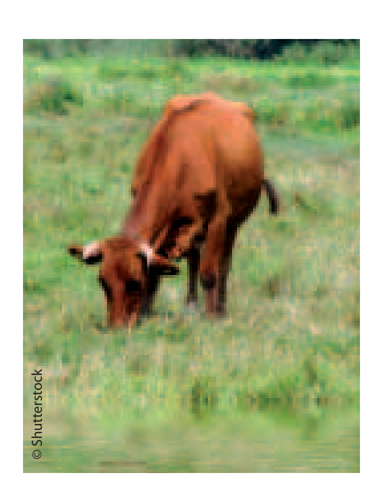
Ces mouches, ici sur des pêches, se rappellent, par leur odeur, quels types de fruits ont le meilleur goût. Mais les insectes sélectionnés pour leur habileté vivent moins longtemps que leurs congénères.


www.unil.ch

La femme enfin décryptée

Séquencé pour la première fois en 2003, le génome humain a été décrypté à quatre reprises depuis. Mais jamais à partir d'une cellule de femme. Fin mai, des chercheurs du centre médical universitaire de Leiden (NL) ont annoncé le séquençage du génome de leur collègue Marjolein Kriek, généticienne clinique. Pour assurer un résultat optimal, pas moins de 22 millions de paires de base ont dû être décryptées, soit à peu près 8 fois la taille du génome humain. Cette avancée va permettre une compréhension plus exhaustive du chromosome X, dont les hommes ne possèdent qu'un seul exemplaire et qui est présent en double chez la femme. En levant le voile sur l'ADN de la femme, ce projet d'une valeur de 40 000 € apporte de nouveaux éléments fondamentaux sur la diversité génétique humaine tout en rétablissant, en quelque sorte, l'équilibre des genres.


www.lumc.nl



Déjeuner sur l'herbe

À travers l'une de ses recherches, le projet européen *Quality Low Input Food* (*QLIF*), qui étudie la santé et le bien-être animal, vient de confirmer que les vaches pâturant en pleine nature produisent un lait nettement plus riche en acides gras, vitamines et antioxydants que leurs homologues élevées de manière industrielle. Pour ce faire, 25 fermes et 3 systèmes de productions agricoles – haut rendement traditionnel, certifié biologique et durable non biologique – ont été étudiés au sein de deux régions contrastées du Royaume-Uni, le tout sur deux périodes bien distinctes de l'année. Les 109 échantillons recueillis ont clairement mis en avant les vertus nutritives du lait biologique, notamment en été lorsque les vaches se nourrissent de fourrage frais, à la base d'une production laitière de qualité. Les chercheurs étudient par ailleurs cette problématique en vue d'améliorer la composition du lait en hiver, lorsque les vaches sont en étable et se nourrissent de fourrage conservé. Très en vogue de nos jours, le «bio» vient une fois de plus de faire ses preuves.


www.qlif.org

Sniffons de la caféine!

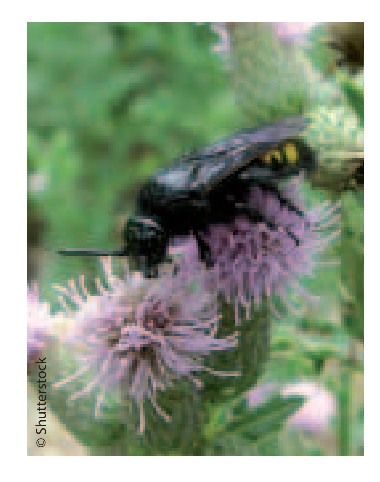
Boire un bon café réveille. Et si les conclusions des chercheurs du *National Institute of Advanced Industrial Science and Technology* de Tsukuba au Japon s'appliquent à l'homme, le simple fait de sentir l'odeur d'un arabica aurait des vertus énergisantes. Lors de l'examen des cerveaux de rats préalablement surmenés par un manque de sommeil, les chercheurs avaient constaté une diminution d'ARN messager – molécules qui permettent de transmettre l'information génétique nécessaire à la production de sécrétions cellulaires – pour 11 gènes essentiels au fonctionnement cérébral.



Mais après avoir exposé les rats à des arômes de café, les chercheurs ont observé un rétablissement quasi normal des taux d'ARNm pour 9 des gènes. Quant aux 2 gènes restants, liés au contrôle neuroendocrinien et à la régulation du stress oxydant, ils avaient atteint un taux supérieur à la normale. Vu que ces gènes possèdent tous

un équivalent humain, ceci pourrait bien expliquer notre mal-être quand nous manquons de sommeil tout comme notre plaisir à humer le café. Pour tenter d'y voir plus clair, les scientifiques veulent désormais identifier la molécule de l'arôme du café qui influerait sur l'expression génétique. La science, décidément, est toujours en éveil.

www.aist.go.jp



© Shutterstock

Extinction: à qui le tour ?

En 2007, l'*Union internationale pour la conservation de la nature* recensait plus de 16 000 espèces menacées d'extinction. Mais selon une étude financée par la *National Science Foundation* (US), les modèles mathématiques utilisés pour obtenir ces chiffres sous-estimeraient largement les dangers qui pèsent sur la faune et la flore. En effet, deux principaux critères sont pris en compte pour évaluer si une espèce est menacée d'extinction: le nombre de décès accidentels et l'impact de facteurs externes, tels que la température ou les précipitations, sur le taux de natalité d'une population donnée. En testant les modèles traditionnels en laboratoire sur un groupe de coléoptères, les chercheurs ont mis en évidence l'importance des variations du ratio mâle-femelle et des différences physiques entre les individus de l'espèce examinée. Vu que ces deux facteurs ont été soit ignorés, soit sous-estimés dans le cadre de toutes les études destinées à déterminer les espèces menacées d'extinction, la situation globale de la faune et de la flore serait beaucoup plus critique que ce que l'on pensait.

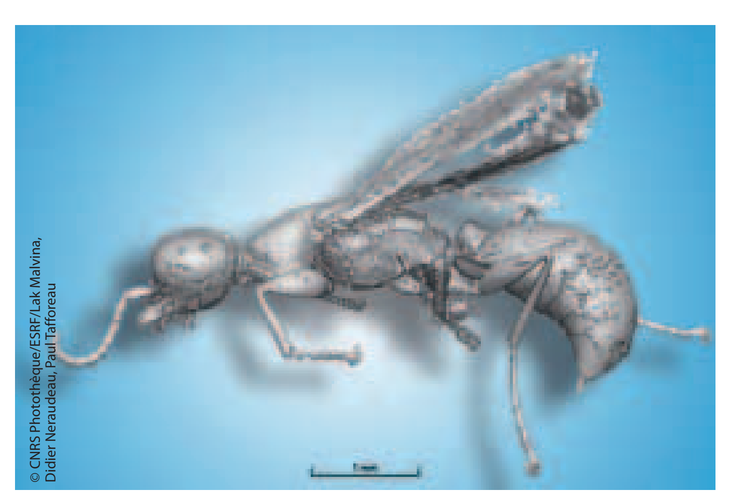


www.nsf.gov/

Mystères et fragments d'ambre

Une équipe du laboratoire *Géosciences Rennes* du *CNRS* (FR) dirigée par Malvina Lak a mis au jour plus de 350 inclusions animales incrustées dans de l'ambre opaque récolté dans une carrière de Charente-Maritime, une région française très prisée pour l'étude du milieu du Crétacé (-100 millions d'années environ). Jusqu'à aujourd'hui, les paléoentomologues étaient incapables de visualiser les fossiles emprisonnés dans l'ambre opaque, qui représente jusqu'à 80 % de l'ambre récoltée sur ce type de site.
Les chercheurs ont collaboré avec l'*European Synchrotron Radiation Facility* (*ESRF*) pour mettre au point une toute nouvelle technique d'imagerie qui tire profit de la puissance unique des rayons X du synchrotron de Grenoble (FR). Les mystères de 640 échantillons d'ambre opaque ont ainsi été percés, donnant lieu à nombre de découvertes majeures. Un fossile de plume a permis d'établir formellement l'un des chaînons manquants qui relient les dinosaures à plumes aux oiseaux, tandis que la découverte de fourmis démontre que leur origine est bien plus ancienne que ce que l'on pensait précédemment.

Guêpe fossile datant du Cétacé (environ 100 millions d'années) préservée dans de l'ambre opaque. Elle mesure 4mm et cette image révèle des détails d'ordre micrométrique.



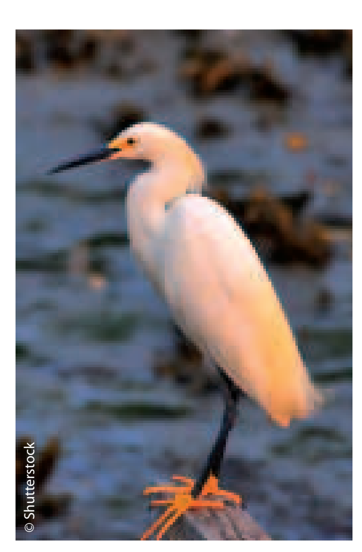
© CNRS Photothèque/ESRF/Lak Malvina, Didier Neraudeau, Paul Tafforeau



www.univ-rennes1.fr
www.cnrs.fr

Des oiseaux changent de branche

Une vaste étude génétique internationale dirigée par des ornithologues du *Field Museum de Chicago* (US) vient de réécrire l'histoire de l'évolution des oiseaux. La recherche, qui s'est étalée sur cinq ans, s'est penchée, pour chacune des 169 principales espèces d'oiseaux existantes, sur environ 32 000 paires de bases d'ADN issues de 19 loci génétiques (emplacements précis et constants) dispersés sur 15 chromosomes.
Ce travail herculéen a conduit à une révision en profondeur de l'arbre généalogique de nos amis à plumes. Ainsi, des oiseaux à l'aspect et aux comportements très similaires appartiennent en fait à des espèces différentes. Le flamant rose, par exemple, n'est pas apparenté à la plupart des autres oiseaux aquatiques. Quant au colibri, volatile résolument diurne, il descendrait de l'engoulevent, noctambule par excellence. Ces différences s'expliquent par le fait que des adaptations similaires ont touché des groupes de spécimens distincts à différentes époques. Ainsi, en fonction des pressions de leur environnement, certains membres d'une même espèce ont été contraints de s'adapter à un mode de vie aquatique, par exemple.



© Shutterstock



www.fieldmuseum.org

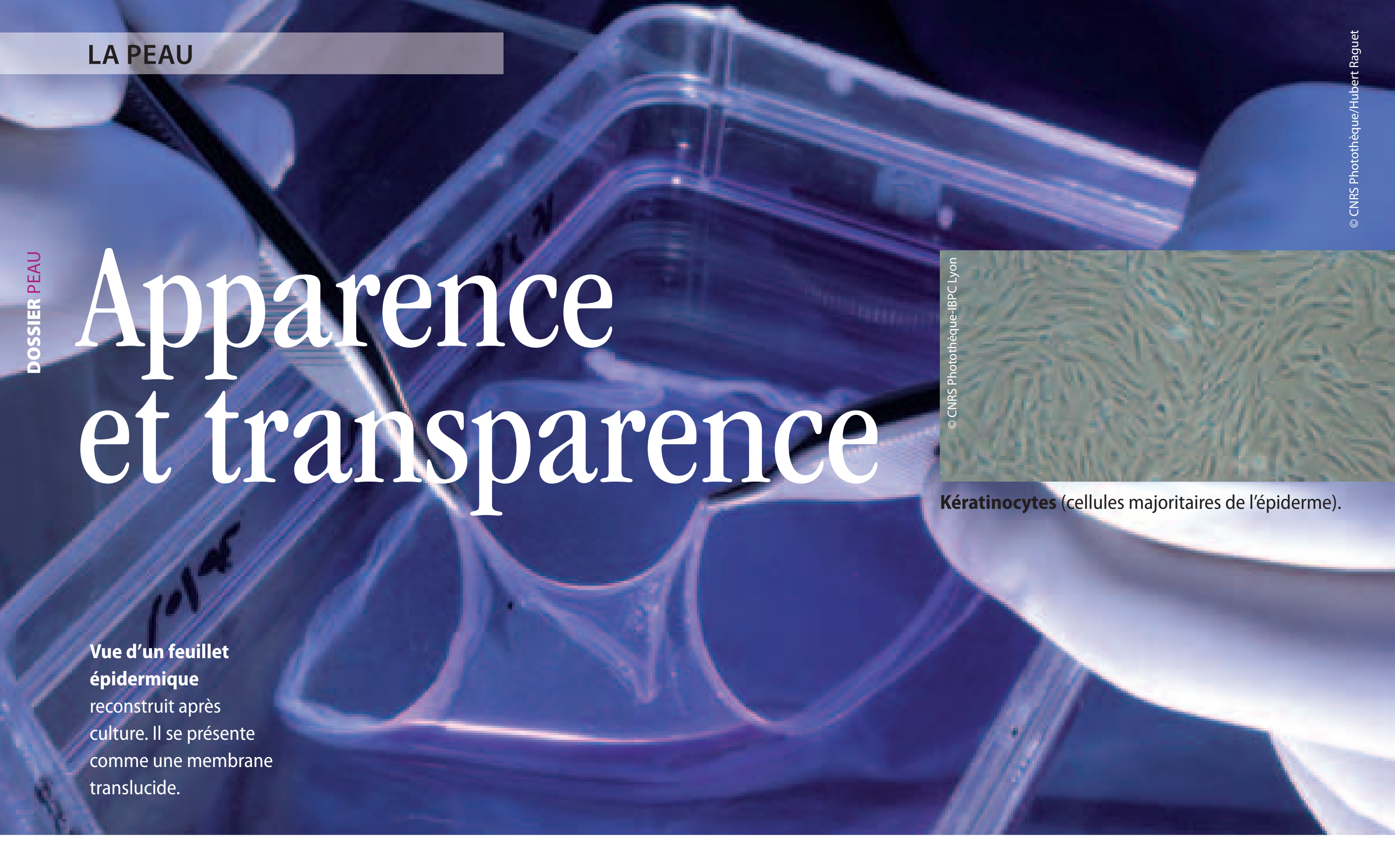

© CNRS Photothèque/Hubert Raguet
© CNRS Photothèque/Thierry Magnaldo, Alain Sarasin
© Department of Dermatology-Zurich University Hospital
© CNRS Photothèque/Hubert Raguet
© Department of Dermatology-Zurich University Hospital

L'habit et

Selon la légende, les bains de lait d'ânesse dont on vante encore les mérites aujourd'hui, conféraient à Cléopâtre une peau splendide. Deux mille ans plus tard, les laboratoires cosmétologiques en sont toujours à chercher le produit miracle pour rendre la peau douce et éclatante, avec au passage, quelques «ratés» éloquents. À base de plomb, l'Esprit de Saturne, prôné par la reine Élisabeth 1ère, était couramment utilisé pour blanchir la peau.
Sans remonter si loin, les cosmétologues des années '30 proposaient l'application d'une pommade à base de radium pour obtenir un teint… radieux.
Parée d'une multitude de couleurs et de finesses, la peau reste incontestablement un des principaux vecteurs de beauté. Mais cette incontournable victime du temps qui passe est surtout le plus vaste organe du corps humain. Un des plus complexes aussi, pourvu d'une structure stratifiée de quelque 200 000 terminaisons nerveuses et d'une formidable capacité à s'auto régénérer.
Fréquemment soumise à d'excessives pressions tant externes qu'internes, la peau, premier rempart de notre corps, dévoile ses limites. En Europe, les cas d'allergie sont en constante augmentation, avec des facteurs déclencheurs multiples: alimentation, pollution, stress. Les cancers photo-induits sont en passe de devenir parmi les plus meurtriers. Sans oublier les maladies cutanées graves disparues de nos contrées depuis longtemps qui continuent à faire des ravages au sein des pays en développement.
Préserver l'aspect juvénile de la peau tout en la maintenant en bonne santé… Deux objectifs dont l'importance est toute relative selon les régions du globe mais autour desquels public et privé collaborent ponctuellement avec parfois, au bout du chemin, des découvertes pleines de promesses.

l'organe

Reconstitution de la peau en culture: la coupe montre les trois couches, de la plus profonde à la plus superficielle: la couche basale qui produit de nouvelles cellules, la couche muqueuse vivante dans laquelle les cellules accumulent de la kératine et la couche cornée constituée de cellules mortes. Agrandissement x 600.



© CNRS Photothèque/Hubert Raguet

© CNRS Photothèque-IBPC Lyon

Apparence et transparence

Kératinocytes (cellules majoritaires de l'épiderme).

Vue d'un feuillet épidermique reconstruit après culture. Il se présente comme une membrane translucide.

Nous sommes cernés par notre peau. Cette enveloppe-frontière participe à notre apparence mais nous révèle également par la transparence qu'elle permet. L'émotion nous fait rougir, la peur nous donne la chair de poule, le stress se traduit en aberrations cutanées, la transpiration est gage de chaleur ou d'effroi. Ce n'est pas sans raison que nous nous sentons bien ou mal dans notre peau.

La peau d'un adulte fait 1,5 à 2 mètres carrés et constitue 10% de la masse du corps humain. Elle est épaisse de quelque quatre millimètres. Sa couche externe, l'épiderme (un dixième de millimètre), assure l'imperméabilité, la résistance, et se renouvelle environ toutes les quatre semaines par l'élimination des cellules mortes superficielles. Vient ensuite le derme, «doublure» de cinq à neuf dixièmes de millimètre d'épaisseur, composé de différents éléments dont certains sont bien connus des familiers des cosmétiques: le collagène (produit par les fibroblastes) et les fibres d'élastine (conférant élasticité et résistance).

Le derme contient également les vaisseaux sanguins, les follicules pileux – à savoir la racine nourricière d'en moyenne une centaine de milliers de cheveux, un million de poils chez les femmes et cinq millions chez les hommes –, les glandes sudorales et les glandes sébacées. Quant à l'hypoderme, zone sous-cutanée, il s'agit d'un tissu constitué d'adipocytes (cellules graisseuses) formant un matelas protecteur et un isolant thermique, ainsi qu'un réservoir énergétique (lipides, acides gras).

Barrière biologique

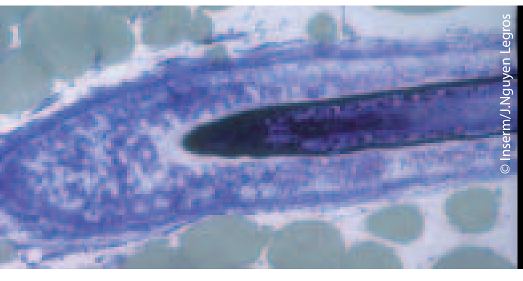
Cet ensemble joue un rôle extraordinaire de sentinelle, formant une barrière biologique qui s'oppose aux micro-organismes, à la puissance des UV, aux bactéries, virus et champignons qui nous menacent, et nous rend en quelque sorte – quand tout va bien – impénétrables. Cette «carapace» est composée de bataillons de cellules dont le plus important contingent est formé par les kératinocytes épidermiques (cinquante millièmes de millimètre d'épaisseur maximum), organisés en strates, dont le nombre peut varier d'une dizaine à une centaine selon qu'elles se placent dans des endroits «fragiles» (le cou, la face interne des bras) ou plus exposés (paume des mains, plante des pieds). Ce tissu prodigieux est en perpétuel renouvellement. Nous perdons, en réalité, 1/21ème de nos kératinocytes chaque jour. Durant le même temps, dans la couche sous-cutanée, de nouvelles cellules se fabriquent en profondeur pour leur indispensable remplacement. Lorsqu'une cellule remonte vers la surface épidermique, y prend place, puis s'en détache une fois «usée», une autre est prête à s'y substituer.

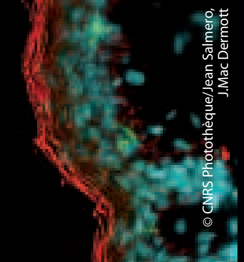
En cas d'attaque d'un micro-organisme, la peau possède ses défenseurs. Ainsi, les cellules de Langerhans provenant de la mœlle osseuse qui la tapissent, ainsi que les muqueuses (de 200 à 700 par millimètre carré), vont détecter l'intrus, entraîner sa trace chimique vers les ganglions lymphatiques et transmettre l'information aux lymphocytes, cellules spécialisées du système immunitaire.

Climatisateur et neurotransmetteur

Véritable régulateur thermique, la peau se joue – dans une certaine limite – des températures. Elle peut résister au chaud: les glandes sudoripares secrètent la sueur qui permet à la

Base d'un poil humain. Coupe histologique (x 600). Formation épidermique qui prend naissance au fond d'une gaine à partir d'un bulbe pileux. Sa durée de vie, de mille jours en moyenne, comporte une phase de croissance d'environ deux ans, état dans lequel se trouvent 85 % des poils d'un individu.





Cellules dendritiques de Langerhans humaines (marquées en vert par un anticorps spécifique) dans une biopsie de peau. De nouvelles techniques d'imagerie permettent de mieux comprendre la dynamique des structures subcellulaires dans les cellules normales et cancéreuses.

chaleur interne de s'écouler et de s'évaporer. Elle ne craint pas le froid le plus vif, du moins pour une courte durée: la circulation du sang est alors limitée dans le derme, ce qui freine les déperditions caloriques.

Plus étonnant encore, la peau est un véritable réseau de réception et de transmission d'informations sensorielles, en relation constante avec le cerveau grâce aux capillaires sanguins et aux extrémités des nerfs qui la parcourent totalement. À tout moment, le cerveau est à même de localiser à quelle zone précise de notre enveloppe se produit un événement sensible, ainsi que sa nature (collision, piqûre, contact, chaleur, fluidité, etc.). Mais la communication va aussi en sens inverse, du système nerveux central vers la peau. Si l'on blêmit de peur ou rougit de honte, par exemple, c'est simplement sous l'effet d'une contraction ou d'une dilatation des vaisseaux cutanés.

Malgré tous ses atouts, notre enveloppe reste fragile et le nombre de maladies possibles dont elle peut être victime atteint le millier. Elle vieillit, se déshydrate, se ride, pendouille, arbore au fil du temps ce que l'on appelle joliment les «fleurs de cimetière». Les fibres de collagène (gage de fermeté) et les fibres d'élastine (condition de sa souplesse), fabriquées jusqu'à l'âge de 15 ou 20 ans, forment un capital qui s'érode année après année.

Tissu précieux pour la recherche

Cette étrange mécanique passionne les chercheurs. La peau fut le premier tissu à avoir été reconstruit en laboratoire, par Howard Green, dans les années '70. Déposant des cellules épidermiques dans une boîte contenant des milieux nutritifs, le scientifique remarqua que celles-ci se multipliaient. Les recherches aboutiront ensuite à la construction d'épidermes de culture, utilisés pour greffer les grands brûlés – deux centimètres carrés de tissus donnent en une quinzaine de jours une surface d'un mètre carré.

Au cours des dernières années, un autre volet intéresse les scientifiques: la peau est l'un des «organes basiques» de l'être humain, capable de produire des cellules-souches qui constituent un important espoir pour les thérapies de régénération. La maîtrise d'un tel processus biologique ouvre la voie à une alternative aux cellules-souches obtenues au stade fœtal, les seules dont on dispose actuellement.

En pharmacologie, d'autres avancées se fondent sur la fonction de la peau comme vecteur thérapeutique. Les patchs et les gels – dont les usages sont encore limités – offrent l'avantage de ne pas perturber le fonctionnement du foie et de l'estomac.

Le lien entre certaines maladies cutanées (psoriasis, acné) et le stress fait également l'objet de travaux sur la relation peau-système nerveux. Des chercheurs développent, par ailleurs, des modes de captation cutanée qui permettent notamment de détecter, de façon précoce, des infections chez les dialysés ou l'apparition d'escarres chez les personnes alitées. L'épiderme est également le lieu idéal pour fixer des microcapteurs capables de suivre, même à distance, des dysfonctionnements pulmonaires ou cardiaques.

Terrain révélateur

Au-delà de ses particularités physiques, cette fine frontière en dit aussi beaucoup sur notre psychisme, notre sociabilité, nos sentiments. Le toucher ne se révèle-t-il pas un puissant média? Les terminaisons des fibres nerveuses, à fleur de peau, sont autant de récepteurs sensoriels réagissant à la pression, la température, la douleur… et la douceur.

La peau véhicule nos réactions, mais provoque aussi celles d'autrui. Elle possède une couleur qui a donné – et donne encore – lieu à bien des dérives. Le racisme n'est pas mort, même si l'on sait que tout est histoire de mélanosomes, de mélanocytes et de mélanine. Cette dernière est un pigment naturel qui fonce plus ou moins l'épiderme selon sa concentration. L'être humain naît avec 3,5 grammes de pigments mélaniques, répartis en deux familles: les phéomélanines (rouge-orangé, qui donneront des cheveux blonds-roussâtres et des peaux claires) et les eumélanines (bruns noirs, dont l'intensité variera du plus clair au plus sombre). On naît avec telle ou telle couleur de peau. Celle-ci a varié également au cours de l'évolution, selon l'environnement, de sorte que les populations exposées de façon intense au soleil développent un «bronzage» naturel qui est une protection contre les UV. En réalité, tous les *Homo sapiens* ont la même origine et, jusqu'à nouvel ordre, leur plus vieil ancêtre, Toumaï, vivait en Afrique il y a quelque 7 millions d'années – on peut donc imaginer qu'il était de peau noire.

Quelle que soit sa couleur, la peau se prête à transformations. La cause de ces signes varie avec le temps, les civilisations, les modes. Dans les sociétés «premières», les peintures, les tatouages, les scarifications (ces cicatrices géométriques) peuvent montrer l'appartenance à une ethnie, à une société – secrète ou non –, ou encore marquer un événement tel que le départ pour la chasse ou la guerre. Gage d'appartenance à une religion, la circoncision est également prônée pour des raisons d'hygiène. Le «marquage» peut prendre des significations de réification (homme-bétail), tels ceux opérés par les Nazis ou les esclavagistes. Toute cette symbolique était (et reste dans certains cas) imposée. Aujourd'hui, même si elle est souhaitée par le groupe comme référence identitaire – chez les punks ou les supporters de football –, la signalétique à fleur de peau répond plus souvent à des choix individuels. Tatouage et piercing font partie de la séduction, voire de la provocation. La peau est un atout que l'on cache ou que l'on dévoile. «L'érotisme, c'est quand le vêtement bâille», écrivit Roland Barthes.

Christine Rugemer

Un spectre inquiétant

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) tire la sonnette d'alarme. Selon ses prévisions, un Américain sur cinq et un Australien sur deux présenteront au cours de leur vie une forme de cancer cutané. Les Européens ne sont pas épargnés, avec une probabilité de 1/33 de développer un mélanome, le plus agressif des cancers de la peau.

Dans les sociétés occidentalisées, l'idéal de beauté qui consiste à avoir une peau hâlée est sans doute le premier coupable de l'inquiétante augmentation des cancers de la peau. Sans exclure d'autres causes encore mal connues, les chercheurs sont formels: les expositions régulières et prolongées aux rayons ultra-violets (UV), naturels ou artificiels, conduisent à un vieillissement prématuré de la peau et favorisent l'apparition de tumeurs cancéreuses.

Le mélanome constitue certainement la première image associée au cancer de la peau. Mais ce type d'affection ne représente en réalité que 10% des cancers cutanés. Le cancer le plus répandu est en fait le carcinome basocellulaire, représentant à lui seul 70% des cas. Similaire par son aspect, mais beaucoup plus dangereux, le carcinome spinocellulaire est diagnostiqué à hauteur de 10%, et les 10% de cas restants correspondent à d'autres formes relativement rares de cancers cutanés.

Les sujets les plus à risque restent les enfants. En raison de la finesse de leur peau, une courte exposition suffit à entraîner de graves brûlures. Les études démontrent, en outre, une accumulation des effets mutagènes des UV au cours de l'enfance, ce qui signifie que les simples coups de soleil des bambins peuvent faire le lit d'un taux élevé de mélanomes par la suite.

Les voies thérapeutiques d'aujourd'hui…

Une fois le diagnostic posé, le traitement commence toujours par l'ablation chirurgicale du tissu cancéreux. Si la taille de l'excision est considérable et que la plaie ne peut se refermer naturellement, une greffe est effectuée. Pour éviter toute propagation du cancer, il est parfois nécessaire d'enlever également les ganglions de drainage car ceux-ci peuvent être atteints. Malgré ces mesures, le risque de récidive, dans le cas du mélanome, reste de 50%. Parallèlement, la radiothérapie permet de détruire partiellement ou totalement les cellules malignes, car elles résistent moins bien aux rayonnements ionisants que les cellules saines.

Si des métastases sont apparues, la chimiothérapie vise à enrayer la maladie par voie médicamenteuse. Les molécules administrées attaquent directement toutes les cellules qui se multiplient à un rythme anormalement élevé, caractéristique première des cellules cancéreuses. Les effets secondaires ne sont pas négligeables, puisque tous les organes sont atteints via la circulation sanguine. Pour pallier ce problème, une solution existe dans les rares cas où les lésions cancéreuses sont localisées sur un seul membre. Au moyen d'une pompe, la circulation sanguine est isolée en garrotant le membre, ce qui permet de limiter la diffusion de ces molécules cytostatiques.

…et de demain

Un cancer détecté très tôt implique un traitement moins lourd et de plus grandes chances de guérison. C'est pourquoi les chercheurs se penchent sur de nouvelles techniques de diagnostic, plus performantes et moins invasives. «C'est précisément l'objectif visé par le consortium européen *Skinspection*», explique Robert Lemor, coordinateur du projet et chef du département ultrason au *Fraunhofer Institute for Biomedical Technology* (DE). «En combinant des techniques d'imageries optique et acoustique, nous espérons proposer aux dermatologues et chirurgiens un nouvel outil capable de fournir une image 3D en haute résolution de la portion de peau analysée. Il permettrait de poser un diagnostic précis et précoce et de surveiller l'évolution des effets thérapeutiques du traitement.»

Une reconnaissance vitale

Les diverses affections génétiques que peut subir la peau sont regroupées sous le nom de génodermatoses. On en dénombre près de 300, rares pour la plupart, et chacune caractérisée par des symptômes souvent très handicapants pour celui qui en est atteint.

«On estime à un million le nombre d'Européens qui sont, ou seront au cours de leur vie, atteints de génodermatose», explique Giovanna Zambruno, médecin et coordinatrice du projet européen *Geneskin*. «Grâce aux financements obtenus, notre consortium d'experts et d'associations a pu mettre au point de nouveaux tests et valider de nouvelles procédures pour les diagnostics pré et post-natals. Nous avons également privilégié la diffusion des connaissances pour améliorer le dépistage et la gestion de ces maladies rares, en rendant accessibles sur notre portail toutes les informations récoltées. Il est essentiel de soutenir la recherche fondamentale dans ce domaine, car les traitements se limitent généralement à gérer les manifestations de ces maladies souvent graves et parfois mortelles.» Et quand l'Europe s'en donne les moyens, les résultats sont là: en décembre 2006, une équipe italienne annonçait le succès d'un traitement sur un patient de 36 ans atteint d'épidermolyse bulleuse, après une greffe de cellules épidermiques génétiquement modifiées.

© Inserm **Tumeur cutanée** bénigne due à une infection à papillomavirus.

Initié en mars 2008, le projet en est à la définition des protocoles et du calendrier des expériences à réaliser. Mais Robert Lemor est déjà optimiste quant aux retombées futures: «Cette technique innovante devrait réduire significativement le nombre d'excisions inutiles, en ce compris l'ablation de ganglions. Le côté non-invasif diminue l'impact psychologique et esthétique pour le patient. Le suivi des traitements sera également plus efficace. Nous espérons, à long terme, restreindre ainsi les coûts des thérapies et surtout réduire le taux de mortalité des cancers de la peau.»

Une piste prometteuse: les vaccins!

La vaccination des malades représente sans aucun doute une nouvelle voie de recherche intéressante. «Notre projet vise à diriger le système immunitaire du malade contre ses propres cellules cancéreuses. Pour éliminer les tissus cancéreux résiduels, la vaccination thérapeutique complèterait les méthodes traditionnelles et pourrait s'imposer comme un traitement à part entière», explique Pierre Coulie, immunologiste à l'*Institut de Duve* de l'*Université Catholique de Louvain* (BE), qui participe au projet européen *Cancerimmunotherapy*.

Cette vaccination thérapeutique est prometteuse et les nombreuses études cliniques réalisées depuis une dizaine d'années ont montré son efficacité sur certains patients. Sur l'ensemble des malades porteurs de mélanomes vaccinés, 5% présentent une régression des métastases. Ce pourcentage est encore faible, mais le traitement n'induit aucun effet secondaire, ce qui est rare dans le cas des thérapies anticancéreuses. Les recherches visent donc à améliorer l'efficacité des vaccins en tentant de comprendre les raisons pour lesquelles le traitement fonctionne chez certains patients et pas chez d'autres. «Il y a plusieurs pistes intéressantes, liées à la capacité de certaines tumeurs à inhiber localement l'efficacité du système immunitaire», confirme Pierre Coulie. «Mais nous sommes encore dans une phase d'exploration et il y a pas mal de recherches fondamentales à accomplir avant de voir de telles thérapies arriver sur le marché.»

Marie-Françoise Lefèvre



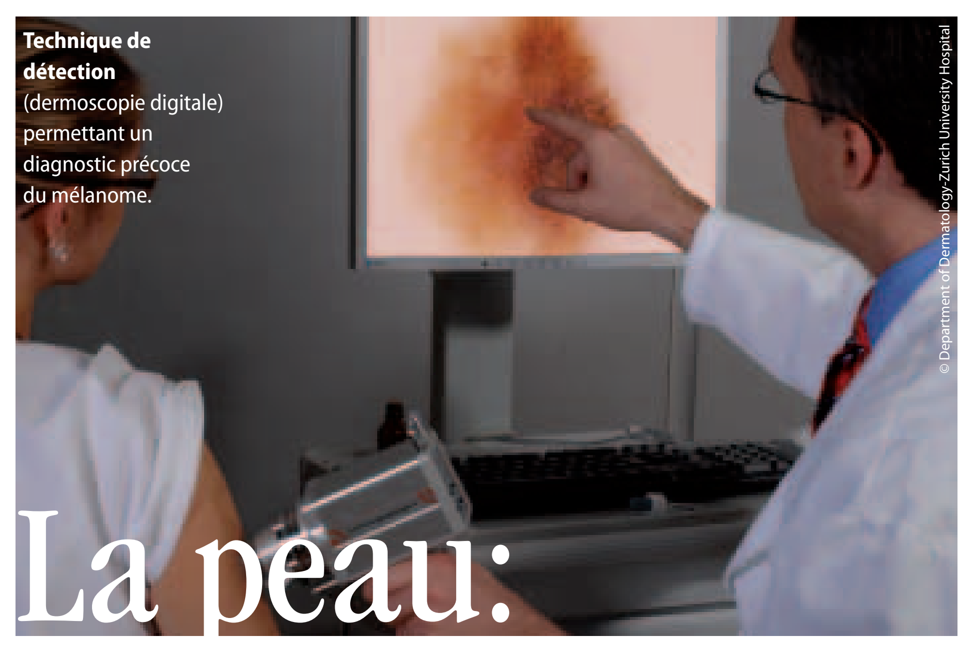
Cancerimmunotherapy
21 partenaires – 8 pays (BE-CH-DE-ES-FR-IT-NL-UK)
www.cancerimmunotherapy.eu

Skinspection
6 partenaires – 3 pays (DE-IT-UK)
www.cancerimmunotherapy.eu

Un corps sain grâce à un esprit sain

Incommodantes mais non mortelles, les dermatites telles que l'eczéma ou le psoriasis, touchent près de 15% de la population européenne. Leur traitement représente un coût important pour l'économie: rien qu'en Allemagne, les dépenses liées à l'eczéma et aux allergies cutanées sont estimées à 7 milliards € par an.

Le stress étant souvent un facteur déclencheur, certains médecins se sont tournés vers des thérapies comportementales. C'est l'option choisie par Jo Lambert, dermatologue à l'*Universitair Ziekenhuis Gent* (BE). Depuis deux ans, elle propose à ses patients atteints d'une maladie chronique de la peau de suivre un programme spécifique. «Pendant 3 mois, un groupe d'une quinzaine de patients se présente deux fois par semaine à la clinique, pour suivre des cours de yoga, de sport, de méditation ou de soins de la peau. Nous leur prodiguons des conseils en matière de sommeil, d'arrêt du tabac ou encore d'alimentation. Nous n'avons pas encore le recul suffisant pour quantifier l'effet thérapeutique du programme, mais les patients nous ont tous fait part d'une nette amélioration de leur qualité de vie. En leur offrant les outils pour mieux gérer la maladie, nous espérons diminuer leurs besoins en médicaments, et donc le coût pour la sécurité sociale.»



Technique de détection (dermoscopie digitale) permettant un diagnostic précoce du mélanome.

La peau: carrefour des spécialités

Lars French dirige le département de dermatologie de l'hôpital universitaire de l'université de Zurich (CH). Martin Röcken remplit la même fonction au sein de l'université de Tübingen (DE). Tous deux sont à la fois cliniciens et chercheurs. Points de vue croisés sur l'état de la recherche européenne en dermatologie(1).

Défigurés

Le noma est une gangrène foudroyante, qui commence par une lésion bénigne de la bouche puis détruit très rapidement les tissus et les os du visage. Malnutrition et mauvaises conditions d'hygiène sont un terreau idéal pour cette maladie qui touche généralement les enfants de moins de 6 ans et dont la mortalité s'élève à 80 %. Les survivants souffrent de mutilations atroces qui les empêcheront à vie de s'alimenter et de respirer normalement.

Même si la région de la bande du Sahel est la plus touchée, le noma est endémique dans de nombreux pays d'Asie, d'Afrique et d'Amérique Latine. Selon les dernières estimations de l'*Organisation Mondiale de la Santé* (*OMS*) datant de 1998, 100 000 nouveaux cas sont déclarés chaque année. La prévention est fondamentale, car la maladie peut être soignée assez facilement et à coût réduit si elle est dépistée à temps.

www.nonoma.org

Fin 2007, une nouvelle association, l'*European Skin Research Foundation* (ESRF), a vu le jour. Vous avez tous deux été les initiateurs de cette organisation. Pourquoi?

Lars French Les origines de la dermatologie sont profondément européennes, mais le financement de la recherche sur la peau est malgré tout plus performant aux États-Unis. Même si des organismes tels que la *Société européenne pour la recherche dermatologique* (*ESDR*) établissent un lien entre les cabinets et les laboratoires, les dermatologues européens s'impliquent nettement moins que leurs collègues américains dans la collecte de fonds de recherche auprès de donateurs privés. La réussite des États-Unis se fonde sur des structures comme la *Dermatology Foundation* (*DF*), une association qui a grandement aidé à développer la recherche dermatologique américaine tout en comblant le fossé qui sépare les cliniciens des laborantins. Le but de l'*ESRF* est donc de créer l'équivalent de la *DF* en Europe.

Martin Röcken La recherche en dermatologie progresse si rapidement qu'il est fondamental pour un clinicien de mettre à jour ses connaissances en matière de biologie et de physiologie de la peau. Un des objectifs de l'*ESRF* sera d'améliorer, au niveau européen, la compréhension du fonctionnement de la peau, en offrant aux cliniciens des bourses pour qu'ils puissent ponctuellement conduire une recherche au sein d'un laboratoire renommé. De jeunes médecins bénéficieront ainsi de l'expérience de grands laboratoires et utiliseront les compétences qu'ils ont acquises pour monter chez eux leur propre groupe de recherche indépendant. De cette manière, nous parviendrons à construire en Europe une culture d'innovation dans le domaine de la dermatologie.

Quelles sont les grandes avancées qui ont marqué la recherche dermatologique ces vingt dernières années?

M.R. La dermatologie a accompli des progrès considérables, et ce dans ses quatre principaux axes de recherche: l'inflammation, les affections génétiques, la compréhension des cancers et leur traitement. Une meilleure maîtrise des mécanismes de l'inflammation cutanée a conduit


Lars French


Martin Röcken

au développement de nouvelles stratégies de soin. C'est le cas du psoriasis, par exemple, qui concerne près de 2% des Européens et dont les patients les plus sévèrement touchés ne disposaient d'aucune prise en charge efficace. De même, la photothérapie permet désormais de soulager la sclérodermie, une pathologie qui provoque des lésions cutanées. Dans les années '80, les dermatologues étaient incapables de soigner des affections cutanées engendrées par le SIDA, telles que le sarcome de Kaposi. Aujourd'hui, ces patients peuvent vivre presque normalement avec ces pathologies. Il n'y avait aucune stratégie de prise en charge pour le mélanome, il y a vingt ans. Maintenant, nous savons que ces tumeurs peuvent être résorbées grâce à une stimulation du système immunitaire. Et même si ce type de traitement n'est pas encore au point, nous comprenons mieux les différents mécanismes cellulaires qui conduisent à la formation d'une tumeur.

L.F. La dermatologie a grandement bénéficié du développement technologique des deux dernières décennies. La biotechnologie permet aujourd'hui de générer, à partir de cellules ou de bactéries, des anticorps ou des protéines de fusion qui bloquent de manière extrêmement ciblée la réaction inflammatoire responsable du psoriasis. De même, grâce aux progrès de la génomique, les gènes responsables de certaines génodermatoses (NDLR: maladies héréditaires de la peau) ont été identifiés, ce qui permettra de mettre au point de nouvelles méthodes de prise en charge, notamment par le biais des thérapies génique et protéique. La recherche sur les cellules souches a également été à l'origine de nouvelles avancées. Lors du dernier Congrès mondial de dermatologie de Kyoto, des chercheurs ont ainsi présenté des résultats très prometteurs pour les patients atteints d'épidermolyse bulleuse dystrophique, une grave affection génétique qui provoque un décollement de la peau. Les résultats de greffes de moelle osseuse sur des souris ont démontré qu'une rémission complète de la maladie est peut-être possible si on parvient à transposer la technique à l'homme.

médicales

Quelles sont les maladies de la peau les plus meurtrières?

M.R. Il y a les cancers, bien sûr, parmi lesquels le mélanome, qui est en passe de devenir un des cinq cancers les plus meurtriers pour les populations blanches d'ici 10 à 20 ans. Au sein des pays les plus pauvres, les maladies inflammatoires et infectieuses de la peau sont parmi les plus mortelles. Certaines affections totalement éradiquées dans nos régions, comme la lèpre ou le noma (voir encadré), font encore de nombreuses victimes dans les pays en développement. Il y a aussi, indirectement, les maladies comme le lupus ou le SIDA, qui engendrent des maladies de la peau, et dont l'élaboration de la prise en charge doit se faire en concertation avec d'autres disciplines. Les effets secondaires cutanés de certains traitements illustrent aussi l'importance de l'interdisciplinarité en matière de dermatologie. Des patients traités pour un cancer du côlon font parfois des crises d'acné généralisées d'une telle ampleur qu'il faut interrompre totalement les soins.

L.F. Les allergies médicamenteuses sévères conduisant à des affections comme la nécrolyse épidermique toxique, qui peuvent tuer jusqu'à 30% des patients atteints, sont terriblement dangereuses. Elles requièrent un traitement très rapide. En quelques heures seulement, de grandes surfaces de la peau des malades se décollent de telle manière qu'ils se retrouvent dans un état comparable à celui des grands brûlés. Depuis quelques années en Europe, on observe aussi une recrudescence de *maladies sexuellement transmissibles* (*MST*) qui avaient totalement disparu, comme la syphilis ou la gonococcie. En Europe de l'Ouest, cette recrudescence est surtout observée chez les homosexuels, mais l'incidence de la syphilis étant nettement supérieure en Europe de l'Est, et le transfert de nouveaux cas vers l'Ouest constitue un risque accru. Nous, médecins, devons donc réapprendre à dépister rapidement ces maladies. Ces exemples – et, de manière plus générale, l'amplification de la mobilité des personnes – démontrent à quel point il est fondamental de collaborer au-delà des frontières nationales. Il existe plus de 2 000 maladies cutanées et nombre d'entre elles sont des maladies rares. Unir nos forces au niveau européen est essentiel, tant pour la prévention que pour la recherche et le développement de nouveaux traitements.

Propos recueillis par Julie Van Rossom

(1) Les deux intervenants ont été interviewés séparément.

Repères de la recherche dermatologique européenne

La **Société européenne pour la recherche dermatologique (ESDR)**
Fondée en 1970, elle regroupe des chercheurs, des cliniciens et des chercheurs-cliniciens.

L'**Académie européenne de dermatologie et de vénérologie (EADV)**
Elle fut créée en 1987 pour représenter les dermatologues au niveau européen. Tous les dermatologues cliniciens en sont membres.

La **Fondation René Touraine**
Association française à l'origine, mais dont la visée est européenne. Elle a été créée en 1991.

Le **Forum Européen de Dermatologie (EDF)**
Sa création date de 1997. Elle réunit l'ensemble des chefs de service et des profils académiques de la dermatologie.

L'**European Skin Research Foundation (ESRF)**
Elle a été lancée fin 2007 à l'initiative de l'ESDR avec la collaboration de l'EDF, l'EADV et la Fondation René Touraine.
Elle offre des bourses de recherche en vue de catalyser l'excellence scientifique européenne en matière de dermatologie.

La recherche dans la peau



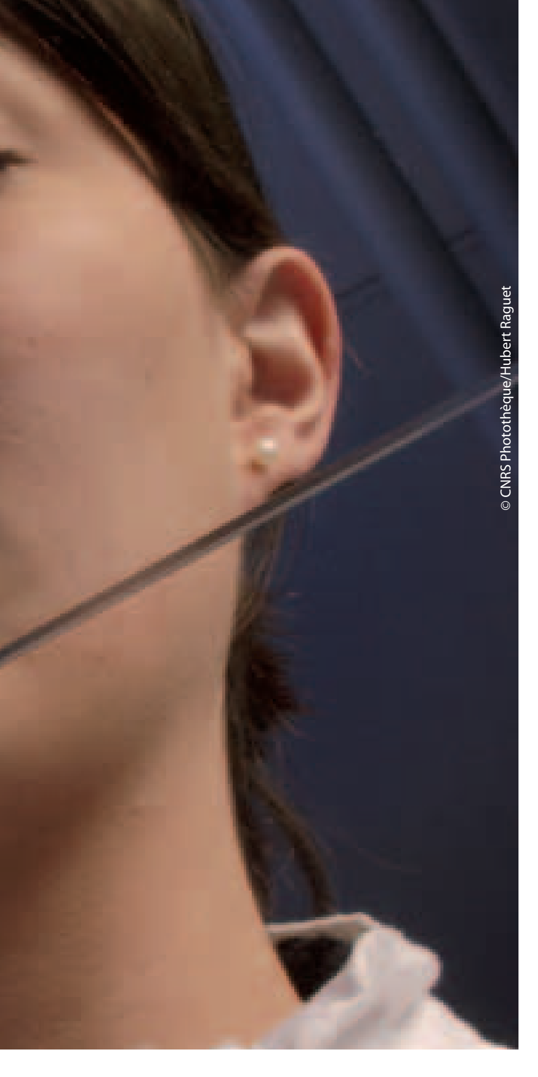
Dans le monde «strass et paillettes» des cosmétiques, la recherche n'occupe pas vraiment le devant de la scène. Pourtant les entreprises investissent parfois des sommes considérables dans l'expertise scientifique nécessaire à la mise au point de certains produits. Visite des laboratoires d'un géant du secteur, l'entreprise française L'Oréal.

Depuis 2000, l'Europe peine à faire appliquer la stratégie de Lisbonne qui entend budgétiser la R&D de l'Union à hauteur de 3% de son PIB. L'objectif est de conjuguer les efforts publics et privés pour y parvenir d'ici 2010. Si le secteur privé européen se montre plutôt frileux en la matière, certaines entreprises allouent, parfois depuis longtemps, une part importante de leurs ressources à la recherche. C'est le cas de L'Oréal, qui y a consacré, en 2007, 560 millions d'euros, soit 3,45% de son chiffre d'affaires. Un tiers de ce budget, selon la firme, est alloué à la recherche «avancée» destinée uniquement à améliorer la compréhension des mécanismes fondamentaux liés à la peau et au cheveu.

Plus vraie que nature

Elle représente près du sixième de notre poids et possède le fantastique pouvoir de se reconstruire naturellement quand elle est endommagée. Elle, c'est notre enveloppe protectrice haute technologie, notre peau. Pour une entreprise cosmétique, maîtriser la reconstruction de tissus naturels est un avantage majeur pour tester l'innocuité de ses produits. Mais de cette volonté première découlent des applications médicales insoupçonnées. Le traitement des grands brûlés en est un bon exemple. Pour ces blessés, si la superficie de brûlure profonde est supérieure à 50%, l'autogreffe de parties saines pour couvrir les plaies n'est plus envisageable et la greffe de peau de culture devient incontournable. Le recours aux tissus reconstruits est également nécessaire à l'élaboration de nouveaux traitements de maladies de la peau, car il conduit à une meilleure compréhension de la physiologie du derme sain et pathologique.

Quelles cellules sélectionner? Comment en contrôler la croissance? Sur quel substrat? Autant de questions auxquelles tentent de répondre les chercheurs, depuis plus de 30 ans, pour concevoir un modèle de *peau équivalente*. «Au départ, les cellules sont obtenues à partir de déchets opératoires de peau prélevés sur les patients volontaires sains. Elles sont insérées dans une matrice de collagène et de fibres élastiques, elle-même synthétisée par fibroblastes», explique



Application de produit cosmétique sur une peau reconstruite cultivée sur insert. Celle-ci est utilisée pour tester des produits et éviter le recours à l'animal.

Marcelle Régnier, responsable du laboratoire des peaux reconstruites. «Pour fabriquer des modèles *in vitro* à partir d'un prélèvement cutané, nous séparons l'épiderme du derme et dissocions les cellules de l'épiderme pour obtenir une suspension cellulaire. Celle-ci est déposée sur un support semi-solide et immergée pendant quelques jours dans un liquide favorisant la prolifération. Ensuite, le recombinant support-cellule est placé au contact de l'air, ce qui va provoquer la stratification de l'échantillon. Après une dizaine de jours, il y a formation d'un épiderme composé de toutes les couches cellulaires normales, y compris la couche cornée protectrice».

Une peau de choix

C'est pour valoriser cette expertise en peaux reconstruites que l'Hôpital Percy (FR) a été sollicité pour un partenariat avec l'entreprise cosmétique. «Améliorer les résultats de la greffe sur les grands brûlés était notre premier objectif», commente Jean-Jacques Lataillade, chef de l'Unité de Thérapie Cellulaire. «Ce qui intéressait nos services, c'était de pouvoir bénéficier du protocole de culture utilisé par L'Oréal. Nous avons ainsi pu, en un temps record, ensemencer des kératinocytes sur un film de fibrines et obtenir, en un peu plus d'une semaine, un lambeau épidermique transposable sur la brûlure».

«À court terme, nous prévoyons l'utilisation de cellules souches pour améliorer la prise de greffe et le traitement du derme sous-jacent existant», conclut-il. Marcelle Régnier va même plus loin: «On espère pouvoir prochainement mettre en place une banque de peaux congelées répondant aux différents phénotypes existants.» Effectivement, le contrôle de la couleur de peau n'est plus un souci. Dans le modèle de peau équivalente «dernier cri», les chercheurs maîtrisent le nombre de mélanocytes ensemencés, ce qui revient à décider de la carnation reproduite. L'intérêt commercial de cette avancée est évident, puisqu'elle permet d'élaborer des produits répondant aux besoins propres de toutes sortes de populations. Mais cette technique permet aussi, pour les greffes, d'estomper davantage la différentiation entre le greffon et le tissu sain du patient.

Les problèmes d'allergie n'ont pas été oubliés. Nos «agents de détection» d'allergie cutanée, les cellules de Langerhans, ont elles aussi été incorporées au modèle. Résultat d'une collaboration financée par le 6ème programme-cadre de la Commission européenne, cette avancée cruciale permet aujourd'hui les tests grandeur nature des réactions cutanées liées à l'application d'un onguent cosmétique ou pharmaceutique. «Mais ce fut un peu plus compliqué», commente Marcelle Régnier. «Contrairement aux kératinocytes ou aux mélanocytes, ces cellules ne se multiplient pas *in vitro*. Nous utilisons donc leurs précurseurs, présents dans le sang circulant et le sang du cordon ombilical. Après multiplication en nombre suffisant, ces précurseurs sont intégrés aux suspensions de cellules épidermiques afin d'obtenir un modèle de peau intégrant les cellules de Langerhans».

Soleil et peau: le désamour

C'est bien connu: peau et soleil ne font pas bon ménage. Au-delà de l'effet «bonne mine» assimilé au teint hâlé, il est prouvé que des expositions chroniques, même à faible dose, provoquent un vieillissement prématuré de la peau. «Si bien que les cancers cutanés naissants au niveau du visage ou des mains sont extrêmement fréquents chez les personnes âgées», confirme Françoise Bernerd, responsable du laboratoire de photoprotection.

Plus une onde est énergétique, plus faible est son pouvoir de pénétration. En ce qui concerne les UVB, leur énergie les rendent particulièrement absorbables par les acides nucléiques de l'épiderme, et donc par l'ADN de ces cellules. Cette absorption induit des distorsions qui provoquent des lésions directes. Chez les individus sains, ces lésions sont repérées, enlevées et réparées par un système enzymatique spécialisé, le *Nucleotide Excision Repair – NER*. «Et preuve s'il en fallait que la nature est bien faite», précise Françoise Bernerd, «une protéine, la P53, bloque le cycle cellulaire pour empêcher la duplication de la cellule défaillante tant que la rectification est inachevée».

Cependant, à long terme, des expositions fréquentes entraînent des lésions successives, augmentant ainsi les risques d'erreur qui sont à l'origine des cancers photo-induits. Et contrairement à ce que l'on pourrait penser, l'occurrence de ces lésions précède de loin l'apparition d'un coup de soleil.

Coup de pouce pour l'XP

Dans des cas très rares, des enfants présentent une hypersensibilité au spectre solaire causée par une mutation entraînant l'incapacité des enzymes à effectuer ces réparations. Ces jeunes patients, surnommés «enfants de la Lune», sont condamnés à se cacher par tous les moyens des rayons du jour. Atteints par le *Xeroderma pigmentosum – XP* –, ils présentent deux à quatre mille fois plus des lésions précancéreuses que la population normale, et ce de manière dramatiquement précoce.

Dans le cadre d'une collaboration avec l'*Institut de cancérologie Gustave Roussy* (FR), des modèles de peaux reconstruites ont été fabriqués à partir de cellules d'enfants malades. Grâce à la mise en commun de leurs compétences, quatre années de recherche ont suffi à la mise au point d'un modèle *ex vivo* de peau présentant la même réponse aux UV que celle des enfants XP. «La culture des cellules prélevées sur ces patients était très délicate car ●●●

●●● elles se reproduisent beaucoup moins bien» souligne Françoise Bernerd. «Mais ces difficultés ont permis de détecter de multiples anomalies liées à la maladie, et donc, d'en comprendre plus globalement le fonctionnement.»

Thierry Magnaldo, directeur de recherche à l'*Institut Gustave Roussy*, fait part des récentes avancées: «Actuellement, une de nos doctorantes est parvenue à corriger les gènes défaillants d'un morceau de peau XP reconstruite en les remplaçant par un gène sain. Ces bouts de tissu corrigé ont été greffés sur des souris pour observer à long terme le comportement du greffon. Les résultats confirmant jusqu'à aujourd'hui une réelle résistance aux UV, nous envisageons dans le futur de proposer aux patients la greffe d'épiderme génétiquement corrigé en lieu et place des tumeurs cutanées après exérèse.»

Pour Thierry Magnaldo, la rapidité avec laquelle ces résultats ont été obtenus résulte indubitablement de la coopération entre l'unité académique et la firme privée: «La complémentarité de nos deux laboratoires était évidente. Nous possédions l'expertise des mécanismes de réparation de l'ADN et nous avions établi une technique pour identifier les sept gènes à l'origine de la maladie. L'Oréal mettait à notre disposition leurs connaissances en réponses cutanées aux UV et surtout en matière de peaux reconstruites.»

L'intérêt de la firme est de pouvoir comprendre les effets néfastes des UV sur un délai plus court car ces patients ne font que développer à un rythme anormalement élevé une pathologie que toute personne s'exposant régulièrement au soleil est susceptible de présenter à long terme. Par ailleurs, l'élaboration de peaux hyper-photosensibles est essentielle car il est difficile d'imaginer des volontaires qui consentiraient à subir une dose élevée d'UV juste pour vérifier l'efficacité de nouvelles protections solaires.

Pousse de follicules pileux in vitro.



© L'Oréal

Follicule pileux: le voile se lève

Etudié sous toutes les «écailles», le cheveu ne recèle plus guère de secrets pour les scientifiques. Mais il n'en va pas de même pour l'organe de production de la fibre, le follicule pileux. Bruno Bernard, directeur de l'unité de biologie du follicule pileux revient sur les circonstances de sa création: «Lorsque ce labo a été créé il y a 16 ans, nos connaissances en la matière étaient quasi nulles. Les équipes devaient nécessairement être pluridisciplinaires vu le chantier qui nous attendait. J'avais besoin de biochimistes, de biologistes moléculaires, de physiciens,… Bref, une foule de profils divers et variés qui font la force de notre unité aujourd'hui.» Depuis, les découvertes se bousculent et les résultats aussi prometteurs qu'étonnants ne manquent pas.

Le follicule pileux est un organe unique chez l'homme. Tout d'abord, parce qu'après dissection, il est le seul à maintenir sa production active et continue à fabriquer du cheveu *in vitro*. Ensuite, il dégénère de façon cyclique: quand un cheveu tombe, c'est tout l'organe qui disparaît pour être renouvelé à partir des cellules souches adultes. Enfin, c'est le seul organe pour lequel ces dernières ont été localisées et dont les cartes d'expression génique sont entièrement connues.

«Le follicule pileux est incontestablement le réservoir de cellules souches adultes par excellence» affirme Bruno Bernard. À la différence des cellules souches embryonnaires qui sont multipotentes, leurs équivalents adultes ne possèdent bien sûr plus cette propriété. Mais sous conditions de cultures ad hoc, elles peuvent être différenciées dans un certain répertoire qui, pour le follicule pileux, passe par les nerfs, les os, la peau et bien entendu, le cheveu. «Imaginez que vous ayez un nerf défaillant, ce qui est… assez ennuyeux. Et bien, il suffirait de disséquer quelques follicules pileux de votre scalp, d'en extraire les cellules adéquates et de les faire différencier pour fabriquer une gaine conductrice greffable sans aucun risque de rejet». Bien loin de la science-fiction, cette technique a déjà été testée avec succès sur des souris à l'Université Mc Gill (CA).



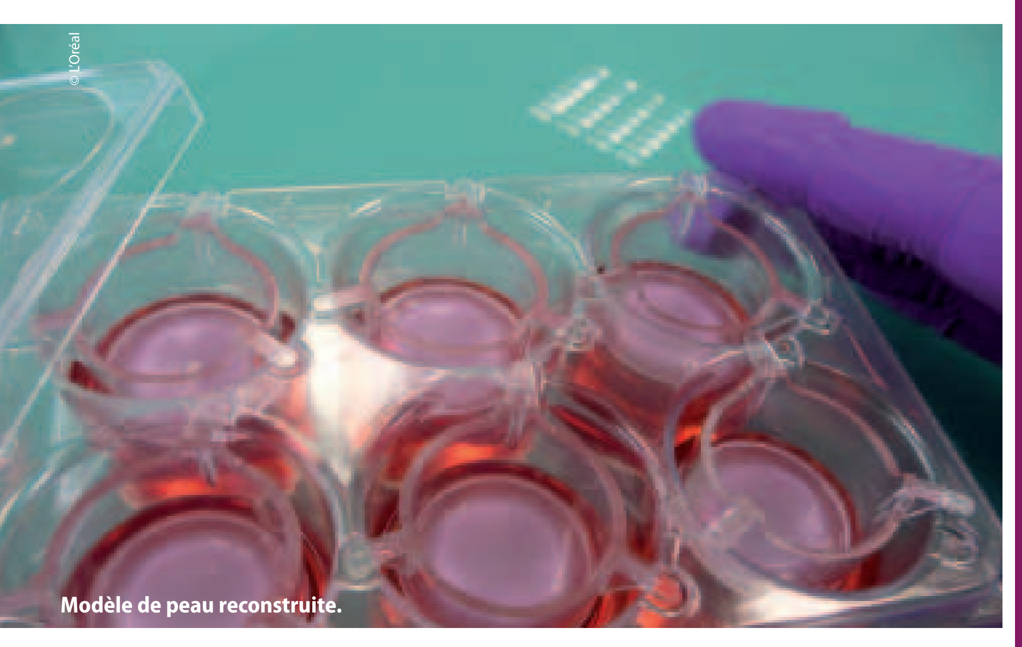
© ESA-M.Pedoussaut

Ce **vêtement anti-UV**, conçu pour les enfants atteints de *Xeroderma Pigmentosum*, utilise une technologie spatiale de l'ESA. Il permet de se trouver en toute sécurité à la lumière du jour. La protection de la tête comporte une visière transparente et le vêtement, qui se porte sous les habits courants, est muni d'un revêtement spécial utilisé sur les engins spatiaux pour former une barrière totale aux UV. Par temps chaud, un circuit de refroidissement spécial peut être adapté.

Le blanchissement en question

La décoloration naturelle du cheveu fait aussi partie des problématiques que les chercheurs en cosmétique sont désireux de résoudre. On imagine aisément le succès d'un produit anti-blanchissement efficace. Mais il est nécessaire de connaître la genèse de la coloration avant d'en comprendre l'altération.

Dans un premier temps, une des recherches entreprises sur le sujet a permis d'identifier la cause du blanchissement. Les pigments de mélanine sont produits par les mélanocytes du follicule pileux. Alors qu'au niveau de la peau,



Modèle de peau reconstruite.

ils ont une activité basale réduite qui peut éventuellement être «boostée» par les UV, l'activité des mélanocytes du follicule est élevée de façon permanente. Lors de la chute quotidienne du cheveu, l'unité de fabrication de pigment disparaît et est régénérée à partir d'un réservoir des mélanocytes souches. Mais celui-ci diminue avec le temps provoquant progressivement l'apparition de cheveux gris – nombre insuffisant de mélanocytes – et de cheveux blancs – absence de mélanocytes. À ce stade cependant, la cause de cette diminution restait un mystère.

Parallèlement, une autre étude réalisée au sein de la même unité a mis en évidence une coïncidence étrange. Au cours de leur analyse de la mélanogenèse, les scientifiques ont remarqué que les mélanocytes de la peau qui expriment la *Tyrosinase-related protein* 2 – TRP2 – ne disparaissent pas. À l'inverse, les cultures réalisées démontrent que ceux qui n'expriment pas la TRP2 sont condamnés à plus ou moins brève échéance. Le plus intéressant est que, justement, les mélanocytes capillaires sont dépourvus de ce TRP2. La protéine TRP2 n'interviendrait donc en rien dans la coloration, mais jouerait en revanche le rôle de cytoprotecteur dont les effets antioxydants préserveraient les mélanocytes d'une disparition certaine. Deux solutions au blanchissement semble donc se dessiner: soit ré-induire la synthèse de cette protéine dans le follicule, soit mimer son activité via une autre molécule.

Une protéine qui ébranle les théories…

La TRP2 est officiellement répertoriée comme une des enzymes clés de la mélanogénèse. C'est du moins l'affirmation relayée par la plupart des traités de biologie humaine. Mais si tel est le cas, comment expliquer que le follicule pileux en soit dépourvu alors que le cheveu qu'il produit est, lui, bel et bien coloré?

Cette question amuse Bruno Bernard. «L'annonce de l'absence de la TRP2 dans le follicule a secoué la communauté. Elle remet en question une théorie admise de tous et depuis longtemps.» Mais si le rôle qu'on lui avait attribué n'est pas le bon, quelle est sa fonction? «Lors de l'apparition de cette protéine durant l'embryogenèse, on a remarqué qu'elle accompagne la chaîne enzymatique associée à la synthèse de dopamine, dans sa migration depuis la crête neurale. Nous pressentons que la TRP2 jouerait en fait un rôle protecteur contre les effets de cette dopamine qui, utile pour le cerveau, devient en revanche nocive dans les mélanocytes cutanés. La présence de TRP2 protègerait les mélanocytes de l'épiderme et son absence fragiliserait les mélanocytes du follicule pileux. Cette théorie est encore hautement spéculative mais nous avons un faisceau d'indices qui nous laissent penser que nous avons mis le doigt sur quelque chose de palpitant», conclut le chercheur, avec un sourire non dissimulé.

Marie-Françoise Lefèvre

La peau en quelques mots

Kératine: protéine fibreuse et insoluble dans l'eau qui assure à la peau sa propriété d'imperméabilité et de protection extérieure.

Kératinocytes: composant majoritaire de l'épiderme, les kératinocytes s'articulent en strates superposées et synthétisent la kératine.

Mélanine: principale protection pigmentaire contre les rayons UV, la dissémination de cette macromolécule dans les kératinocytes est à l'origine de la coloration de la peau.

Mélanocytes: cellule responsable de la fabrication des grains de mélanine. Un mélanocyte peut approvisionner en mélanine 35 à 40 kératinocytes.

Fibroblastes: produisent les fibres de collagène, localisées dans le derme et ancrées jusque dans l'épiderme pour donner à la peau sa résistance aux déformations extérieures.

UVA: segment du spectre solaire dont les longueurs d'onde sont comprises entre 320 et 400 nm. Grâce à un pouvoir élevé de pénétration, ces rayons traversent fenêtres ou pare-brise pour atteindre le derme, couche profonde de la peau. Ils provoquent à long terme un photo-vieillissement prématuré.

UVB: segment du spectre solaire dont les longueurs d'onde sont comprises entre 280 et 320 nm. Leur faible pouvoir de pénétration limite leur absorption à l'épiderme, couche supérieure de la peau, pouvant entraîner des cancers UV-induits.

ACTUALITÉS EUROPÉENNES

Protection trop rapprochée

Le fait de se protéger des maladies dans un monde aseptisé accroîtrait-il le risque de développer des allergies et des maladies auto-immunes? Le projet européen *DIABIMMUNE* a précisément été lancé en vue de répondre à cette question. Des études antérieures montrent en effet que l'incidence des maladies cœliaques est 5 fois plus élevée chez les enfants finlandais que parmi ceux de Carélie, une région russe proche où les conditions de vie sont nettement plus sommaires. Étant donné que les deux populations possèdent des prédispositions génétiques identiques, les chercheurs pensent que le fait de préserver l'organisme des agressions extérieures pourrait perturber le système immunitaire. Ce dernier se retournerait donc contre notre organisme ou réagirait anormalement à des protéines extérieures non-infectieuses. Coordonné par l'université d'Helsinki, *DIABIMMUNE* étudiera 300 bébés âgés de 0 à 3 ans et 2000 enfants de 3 à 5 ans, le tout dans trois pays différents (FI, EE, RU). Lancé pour une durée de cinq ans, le projet devrait permettre de mieux comprendre le développement de notre système immunitaire.

i www.helsinki.fi/university

Bruxelles se rapproche de Kyoto

Bonne nouvelle: l'Union a pratiquement atteint les objectifs de réduction des gaz à effet de serre (GES) fixés par les accords de Kyoto. Selon l'*Agence Européenne pour l'Environnement* (*AEE*), les émissions du continent ont chuté de 0,3 % entre 2005 et 2006, pour se situer 7,7 % sous les émissions de 1990, année de référence du Protocole. L'*AAE* impute ces progrès au ralentissement de la production au sein de certaines industries chimiques ainsi qu'à une moindre consommation de carburant de chauffage favorisée par la douceur du climat de l'année 2006.
Les pays de l'EU-15 peuvent se targuer d'être les plus grands contributeurs de cette réduction, même si d'importantes augmentations d'émissions ont été relevées en Finlande et au Danemark du fait d'un accroissement de la consommation de charbon.
La houille semble être également à l'origine des résultats mitigés des 12 nouveaux pays adhérents. Pour rappel, les pays industrialisés signataires de Kyoto se sont engagés à diminuer de 8 % par rapport à1990 leurs émissions de GES d'ici 2012. Reste à voir si la baisse observée dans l'Union, qui possède une composante conjoncturelle, va se maintenir au cours des prochaines années.

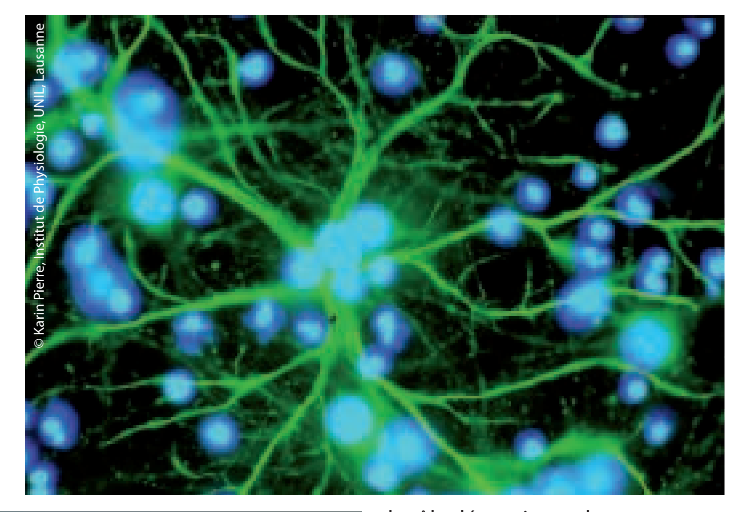
i http://reports.eea.europa.eu


© Shutterstock

Guides de sang

Même si le lien entre flux sanguin et activité cérébrale est établi depuis plus d'un siècle, les mécanismes cellulaires qui sous-tendent cette relation restent largement méconnus. Leur dérégulation est à l'origine de pathologies incurables comme la maladie d'Alzheimer ou la démence vasculaire.
Des chercheurs de l'université de Harvard (US) ont mis en évidence le rôle déterminant des astrocytes dans les mécanismes cellulaires qui régulent les flux sanguins vers le cerveau. Les astrocytes, des cellules gliales présentes en majorité dans le système nerveux central, semblent être activées via deux processus de signalement distincts qui impliquent des transporteurs et des récepteurs de glutamate. La découverte a été faite en traçant, à l'aide d'un microscope multi-photons, des marqueurs biologiques au sein du lobe olfactif de souris vivantes. L'étude, partiellement financée via une bourse *Marie Curie*,

Astrocyte en culture émettant de nombreux prolongements étoilés (en vert). La couleur bleue représente les noyaux des autres cellules présentes dans la culture.


© Karin Pierre, Institut de Physiologie, UNIL, Lausanne

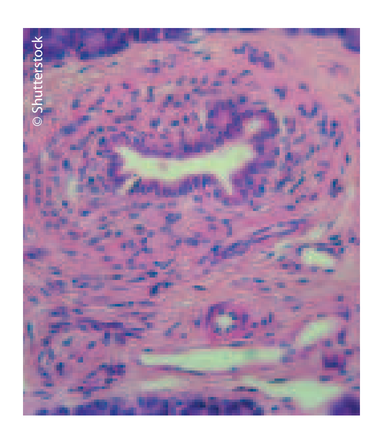
se concentre désormais à vérifier si les astrocytes jouent le même rôle au sein des autres régions du cerveau.

 www.harvard.edu

Diabète sucré

Un nouveau mécanisme endocrinien intervenant dans la régulation du glucose sanguin vient d'être découvert par des chercheurs du *Karolinska Institutet* (SE) et de l'université de Miami (US). Le projet s'est penché sur le rôle

Vue au microscope du **canal pancréatique**.



des cellules alpha du pancréas, beaucoup moins étudiées que les cellules béta productrices d'insuline, et dont le rôle est opposé. Les cellules alpha sont en effet connues pour sécréter du glucagon, une hormone antagoniste de l'insuline dont le rôle est d'augmenter le taux de glucose dans le sang. Et les chercheurs ont découvert que les cellules alpha produisaient même une autre hormone, le glutamate, qui permet d'accélérer encore la production de glucagon en cas d'hypoglycémie.
Or le déficit de production d'insuline qui frappe les diabétiques dérègle aussi de facto ce système glucagon/glutamate, ce qui se traduit par une perturbation encore plus grande du taux de glucose sanguin. Les scientifiques espèrent que la découverte de ce nouveau mécanisme aidera à élaborer des traitements du diabète plus efficaces qui ciblent simultanément le système de production d'insuline et celui du glucagon/glutamate.

 http://ki.se



Miroir, miroir…

Poser des miroirs dans le ciel pour contrer le réchauffement climatique. Cette solution, proposée pour la première fois en 1989, a déjà été très sérieusement étudiée par des scientifiques, qui affirment que les conditions climatiques préindustrielles pourraient être rétablies grâce à elle. Le principe est simple: si on place un gigantesque bouclier équipé de miroirs dans l'atmosphère, les rayons du soleil seront déviés vers l'espace et ne réchaufferont pas le globe.
Idée farfelue? Pour en avoir le cœur net, une équipe de l'université de Bristol (UK) a testé le concept à l'aide de modèles climatiques prédictifs. Ils ont comparé deux scénarios futurs où le taux de CO_2 serait 4 fois plus élevé qu'avant la révolution industrielle. Le premier a servi de témoin alors que, dans le second, l'intensité du soleil était réduite en vue d'atteindre les températures globales moyennes de l'ère préindustrielle. Selon les résultats, les boucliers solaires contribueraient à contrer les pires scénarios de réchauffement, sans pour autant rétablir le climat d'antan. La solution n'aurait également aucun impact sur d'autres graves problèmes induits par l'augmentation de CO_2 atmosphérique, comme l'acidification des océans ou la modification de la croissance des végétaux.

 www.bristol.ac.uk

Un gène qui prend du poids

Une équipe franco-britannique a découvert un nouveau gène à l'origine de l'obésité. PCSK1 permet de coder la proconvertase 1, une enzyme impliquée dans la maturation d'hormones et de peptides essentiels au contrôle de l'appétit. Selon les chercheurs, des mutations minimes de PCSK1 suffisent à modifier la proconvertase 1 de sorte que tout le réseau hormonal qui régule faim et satiété est perturbé.
Ces résultats ont été obtenus par le biais d'une vaste étude conduite par une équipe de l'*Imperial College London* (UK) et l'*Institut Pasteur* (FR) portant sur le génotype des ancêtres d'un groupe de volontaires français, danois et suisses. Une forte corrélation entre mutation de PCSK1 et obésité a ainsi pu être mise en évidence. Une dizaine de gènes interviendrait dans la perturbation du réseau hormonal et des récepteurs cérébraux responsables de la régulation de la faim. Les identifier permettra de prendre les patients en charge plus précocement.

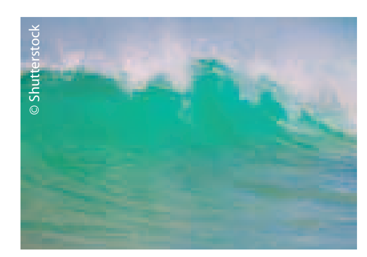
 www3.imperial.ac.uk
www.pasteur.fr



Le serpent de mer existe

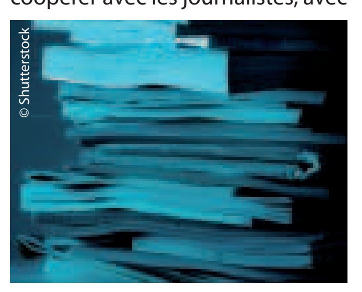
Optimiser l'exploitation de l'énergie renfermée dans les vagues. Tel est le crédo des chercheurs de l'université de Southampton (UK) qui travaillent sur l'*Anaconda*, un long tube flexible en caoutchouc, scellé aux extrémités et rempli d'eau de mer. L'avant de l'«animal» est ancré au fond marin tandis que l'arrière est pourvu d'une turbine. Disposé à la surface de l'eau, l'*Anaconda* épouse le mouvement des vagues, qui engendre en son sein une onde de renflement dont l'amplitude croît au fur et à mesure de sa progression et permet de faire tourner la turbine. La construction du module est peu onéreuse et sa structure en caoutchouc le rend plus résistant aux intempéries ainsi qu'à la corrosion, ce qui réduit considérablement les coûts d'entretien. Les tests actuels se concentrent sur de petits prototypes. S'ils s'avèrent concluants, les chercheurs prévoient de construire un modèle pilote de 200 mètres de long sur 70 mètres de large capable de produire 1 mégawatt d'électricité.


www.bulgewave.com


© Shutterstock

La science aime les médias

Contrairement à certaines idées reçues, scientifiques et journalistes font bon ménage. C'est du moins ce que laisse entendre un sondage conduit par Hans Peters Peters (*Forschungszentrum Jülich* – DE) auprès de chercheurs britanniques, japonais, français, allemands et américains spécialisés dans les cellules souches et l'épidémiologie. Parmi les 1354 répondants, 57 % s'estiment «globalement satisfaits» de leurs interactions avec les médias contre seulement 6 % de «globalement mécontents». Accroître et parfaire la perception du public envers les sciences s'imposent comme la principale motivation des scientifiques pour coopérer avec les journalistes, avec


© Shutterstock

quelque 97 % de répondants qui s'accordent en ce sens. Même si 9 sur 10 d'entre eux désignent le risque de voir une citation erronée être répercutée dans l'ensemble des médias comme un important facteur démotivant, plus de la moitié estiment que la collaboration entre laboratoires et rédactions a eu un impact positif sur leur carrière. L'étude, financée par le *Ministère fédéral allemand de l'enseignement et de la recherche* (*BMBF*) se pose à contre-courant des nombreuses autres recherches qui dépeignent négativement la relation entre science et médias.


www.fz-juelich.de/portal/

Mort subite du nourrisson

La mort subite du nourrisson (MSN) serait-elle liée à la sérotonine? L'autopsie de bébés victimes de MSN avait déjà permis de mettre en évidence des anomalies au niveau des neurones à sérotonine du tronc cérébral, sans qu'on sache précisément quel mécanisme conduisait à la mort. Dans le cadre de *NEWMOOD*, une recherche portant sur les processus physiologiques de la dépression, des chercheurs de l'*European Molecular Biology Laboratory* (*EMBL*) ont modifié génétiquement des souris en vue d'altérer un de leurs récepteurs à la sérotonine. Les souriceaux, d'apparence normale, étaient régulièrement frappés de crises caractérisées par une chute subite de leur fréquence cardiaque et de leur température corporelle. Plus de 50 % d'entre eux sont morts suite à une de ces attaques avant d'avoir atteint l'âge adulte. Si ces résultats sont extrapolables à l'homme, les médecins pourront déterminer quels sont les bébés susceptibles d'être victimes de MSN avant qu'ils ne soient victimes d'une crise. La MSN constitue la première cause de mortalité parmi les enfants de 0 à 1 an au sein des pays développés.


www.embl-monterotondo.it

Super-atomes d'argent

En 2005, des chercheurs américains avaient fait sensation en créant des super-atomes d'aluminium, un agrégat d'atomes identiques énergiquement stable. La prouesse vient d'être réitérée par des chercheurs de l'université de Delft (NL), mais à partir d'argent cette fois-ci. Des filaments chauffés à quelque 900 °C produisent un brouillard d'argent au sein duquel se créent spontanément des agrégats de 9, 13 ou 55 atomes. En fonction de leur taille et de leur charge, ces super-atomes métalliques peuvent se comporter comme des gaz inertes ou comme des halogènes. D'après leurs modélisations, les chercheurs prévoient l'existence de beaucoup d'agrégats de ce genre, dont certains pourraient posséder des caractéristiques magnétiques, optiques ou électriques adéquates pour servir de catalyseurs de carburants ou encore de cristaux super-conducteurs. Les tests se focalisent désormais sur leurs propriétés chimiques en les isolant préalablement dans de l'argon, selon une nouvelle technique mise au point à Delft par la même équipe.


www.tudelft.nl

Restez vert!

Selon une équipe de cardiologues grecs de l'*Athens Medical Centre*, le thé vert rend nos artères coronaires plus souples et plus résistantes aux variations de la pression sanguine. Les chercheurs ont fait boire à trois moments distincts du thé vert, de la caféine


© Shutterstock

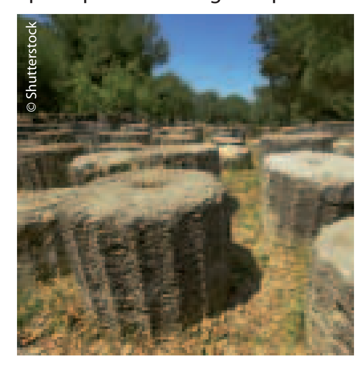
diluée et de l'eau chaude à un groupe de 14 volontaires. Les observations ont montré une nette dilatation des artères suite à une ingestion du sain breuvage asiatique. Le thé vert favoriserait ainsi la sécrétion, au niveau de nos cellules endothéliales, d'une substance propice à la détente des vaisseaux sanguins et à la libre

circulation du sang. Les flavonoïdes, métabolites secondaires réputés pour leurs propriétés antioxydantes, seraient à l'origine de ce mécanisme. On les trouve dans tous les thés, mais au sein du thé vert, ils sont moins oxydés et donc plus efficaces.



L'hippodrome d'Olympie

L'hippodrome d'Olympie a très probablement été retrouvé en mai par une équipe de chercheurs dirigée par Norbert Müller de la *Johannes Gutenberg-Universität*, Christian Wacker du *Musée allemand du sport et des jeux olympiques* et Reinhard Senff du *Deutsches Archäologisches Institut*. On croyait l'hippodrome perdu à tout jamais après qu'il ait été englouti par


© Shutterstock

une série de crues de la rivière Alpheios. Le site, où l'empereur romain Néron en personne aurait gagné des courses, reposerait en fait sous une couche de limon déposée au fil des siècles par la rivière.
Les chercheurs ont sondé, à l'aide de techniques de cartographie géomagnétique, une zone encore inexplorée située à l'est du sanctuaire d'Olympie. L'hippodrome, long de 1052 m et large de 64 m, tribunes non comprises, n'a pas été formellement identifié, mais des indices très convaincants correspondent aux écrits anciens qui décrivent les lieux de manière très précise.



La mémoire de Jéricho

Des ossements vieux de 8000 ans découverts à Jéricho, en Cisjordanie, pourraient receler des indices déterminants pour le traitement de la tuberculose. Une équipe de chercheurs israéliens, palestiniens et allemands financés par la *Deutsche Forschungsgemeinschaft* (DE) ont en effet découvert des traces de la maladie en examinant les restes d'êtres humains préhistoriques conservés depuis plus de 50 ans.
Les scientifiques estiment avoir isolé assez d'ADN que pour pouvoir obtenir des informations sur la manière dont la maladie s'est développée à l'époque. L'origine et l'évolution de la tuberculose n'ont jamais pu être établies de manière précise, mais on suspecte la maladie d'être apparue il y a 9000 à 10 000 ans au sein des premières villes du Croissant fertile. En comparant l'ADN de la mycobactérie relevé dans les squelettes humains et animaux du site, les chercheurs espèrent notamment pouvoir enfin vérifier si la souche humaine provient bien d'une souche animale.



LA RECHERCHE SOUS LE MICROSCOPE



Dr Nano and Mr Nano

Le quotidien *El País* et l'hebdomadaire *Der Spiegel* ont publié, la semaine du 10 juin, deux articles très différents sur les nanotechnologies. Sur un ton techno-optimiste, le journal espagnol présentait quelques applications des nanotechnologies à la thérapie du cancer: des systèmes permettant de délivrer de manière ciblée jusque dans les cellules cancéreuses, en épargnant au malade les effets secondaires de la chimiothérapie, des substances actives ou des segments d'ARN réparateur.

À l'opposé, le dossier du magazine allemand, essentiellement consacré à l'utilisation des nanotechnologies dans le domaine des cosmétiques, plus particulièrement des crèmes solaires, mettait l'accent sur les risques qui pourraient leur être associés. Certes, l'article se concluait par une réflexion pleine de bon sens sur le thème: «Futurs vacanciers, votre pire ennemi ne réside pas dans les flacons qui gisent au fond de vos sacs de plage, il est au-dessus de votre tête». Le ton général était toutefois bien celui d'une mise en garde.

La juxtaposition de ces articles est frappante. Dans les deux cas, c'est du corps humain qu'il s'agit. Notre corps, nous le voulons à la fois en bon état et agréable à regarder. La santé a toujours été un sujet d'élection de la vulgarisation scientifique. La beauté en devient un autre, a fortiori quand la beauté pourrait se payer au prix de la santé.

S'il fallait par ailleurs résumer les messages que transmettent ces deux textes, on pourrait dire, dans le premier cas: «C'est petit et invisible, donc c'est miraculeux»; et dans le second: «C'est petit et invisible, donc c'est très dangereux». De fait, les produits de la nanotechnologie peuvent être aussi efficaces que nocifs en raison de leur petite taille. Mais il est clair qu'on n'a pas ici affaire à des propositions informées exprimant des jugements rationnels et objectifs. De telles phrases charrient une quantité importante de représentations irrationnelles de caractère archaïque, elles mettent en jeu des images investies de significations émotionnelles. Difficile de l'éviter, mais il faut en rester conscient.

Michel André

Hubert Curien, artisan de



Dans la construction de l'Europe de la recherche, plusieurs facteurs ont joué en combinaison: la volonté politique, des nécessités économiques, des contraintes internes à la science. Mais ils n'auraient pas eu d'effet sans une série de personnalités «visionnaires» pour les relayer, au premier rang desquelles l'ancien ministre français de la recherche, Hubert Curien.

Hubert Curien lors du Salon du Bourget, à Paris, en 2001.

Parmi les nombreuses initiatives de coopération scientifique européenne qui ont été lancées au cours des quarante dernières années, il n'en est presque aucune à laquelle le nom d'Hubert Curien, cristallographe et politicien décédé en février 2005, ne soit associé. Réciproquement, un des fils conducteurs les plus forts de la carrière d'Hubert Curien a été l'Europe de la recherche. Marqué par l'expérience de la guerre et de la résistance, Hubert Curien faisait partie de cette génération d'idéalistes aux yeux de qui bâtir l'Europe était autant un impératif moral qu'une nécessité politique. Et ceci le rendait d'autant plus sensible aux raisons objectives de développer la coopération scientifique européenne.

Les hommes, les machines et les idées

Hubert Curien s'est employé à promouvoir les échanges de chercheurs et les réseaux européens de coopération dans trois contextes: la *Fondation européenne de la science* (*FES*), qu'il a présidée après avoir été (à côté de quelques autres) à l'origine de sa création; le *Conseil de l'Europe*, pour lequel il a organisé une réunion historique des Ministres de la recherche sur ce thème; et le premier programme européen de soutien aux chercheurs, qu'il supervisait avec les autres membres du comité *CODEST*.

La grande installation européenne à laquelle son nom est le plus étroitement lié est la source de rayonnement synchrotron de Grenoble, *ERSF*: le projet a démarré dans le cadre de la *FES* à l'époque où il en était président; il s'est développé suite aux travaux d'un petit groupe d'experts dans lequel il jouait un rôle central; et l'accord qui lançait sa construction a été signé lors d'une réunion qu'il présidait.

l'Europe de la recherche

S'il n'était pas présent lors de la création du *CERN*, le *Centre européen de recherche en physique des hautes énergies*, Hubert Curien a joué un rôle important dans le projet de *LHC - Large Hadron Collider* (voir article à paraître dans *research*eu* n°59). Nommé président du CERN peu avant le moment où la décision devait être prise, c'est à lui qu'est revenue la tâche difficile de mettre l'initiative sur ses rails.

Hubert Curien, qui avait auparavant appuyé la suggestion, présentée par Ilya Prigogine, de créer une assemblée scientifique européenne (celle-ci ne verra le jour que des années après avoir été proposée, pour disparaître rapidement), faisait par ailleurs partie du petit groupe de personnalités qui ont préparé la mise en place, sur la base d'une idée de la *Royal Society* britannique, de l'*Academia Europeae*, dont il a ultérieurement assuré la Présidence.

La passion de l'espace

La plus grande passion d'Hubert Curien, c'était toutefois l'espace. On le décrit souvent comme le père spirituel du lanceur spatial *Ariane*, et tout au long de sa carrière nationale et européenne, comme président du *Centre national d'études spatiales* (*CNES*) puis directeur général de l'*Agence spatiale européenne* (*ESA*), il a défendu avec conviction le principe de l'accès indépendant de l'Europe à l'espace ainsi que le développement des applications spatiales. Il a aussi été un avocat fervent, inconditionnel (trop enthousiaste diront certains), des vols habités.

Un regard de chercheur

Hubert Curien est toujours resté, dans l'âme, un chercheur. On expliquera notamment par là le soutien qu'il a apporté au projet d'*Espace européen de la recherche - EER*. Formulée pour la première fois dans les années '70 par le Commissaire Ralf Dahrendorf, redécouverte au milieu des années '90 par son successeur Antonio Ruberti, l'idée de l'*Espace européen de la recherche* s'est transformée en un vrai projet politique avec Philippe Busquin, au début de l'année 2000.

Familier des vues de Ruberti, Hubert Curien a été l'un de ceux qui ont «fait passer» l'idée à Philippe Busquin, de qui l'actuel Commissaire Janez Potočnik l'a lui-même héritée. La plupart des personnalités impliquées dans l'histoire du projet d'*Espace européen de la recherche* étaient d'origine académique et proches du monde de la recherche fondamentale. C'est à l'évidence à cette famille intellectuelle qu'Hubert Curien appartenait, comme d'ailleurs un autre important protagoniste de cette histoire, le ministre portugais de la recherche José Mariano Gago.

Dans tout ce qu'a entrepris Hubert Curien, à l'exception notable de l'espace, la recherche technologique et industrielle n'occupe en effet qu'une place modeste. Bien sûr, il y a *EUREKA*. Mais s'il a très loyalement défendu cette initiative et habilement aidé à la lancer, Hubert Curien, contrairement à ce que l'on entend parfois, n'était nullement à son origine. *EUREKA* est de fait le produit d'une inspiration très éloignée de celle d'Hubert Curien, le genre d'idée qu'il n'aurait pas eue spontanément.

Une question de style

«Le style, c'est l'homme» déclarait le naturaliste Buffon. Hubert Curien était un homme pragmatique et concret, peu porté sur la rhétorique, la phraséologie et les grands concepts stratosphériques; un homme modeste et courtois, aussi, connu pour son sens du consensus et son habileté à l'obtenir, mais aussi sa capacité à administrer, d'un ton plein d'aménité, des vérités parfois dures qu'il était difficile de contester, parce qu'il n'y avait pas moyen de les nier de bonne foi et qu'elles étaient délivrées avec une désarmante gentillesse.

Le style d'action d'Hubert Curien était en même temps son style d'expression. Homme de l'oral davantage que de l'écrit, il n'a laissé que très peu de textes rédigés de sa main. Et ce n'est qu'à de rares occasions qu'il a pris la peine d'exposer ses idées et sa vision de l'Europe de la science sous une forme complète et systématique. On peut cependant facilement en prendre connaissance dans un certain nombre de transcriptions d'entretiens et d'interventions qui ont été conservées. Il s'y exprime avec un grand bonheur spontané, dans une langue précise, concrète et imagée qui reflète fidèlement sa personnalité telle qu'elle se manifestait aussi dans sa manière d'agir.

La combinaison de pragmatisme et de bon sens, de modestie et d'ouverture d'esprit, de perspicacité et de finesse psychologique, d'astuce et d'ironie bienveillante, de simplicité et de bonhomie chaleureuse, de clarté des idées et de tranquille détermination à les concrétiser qui faisait le fond de la personnalité d'Hubert Curien l'a certainement aidé à obtenir les difficiles accords sans lesquels l'Europe de la science demeure un slogan.

Que peut un homme?

S'exprimant au sujet de l'*ERSF*, l'ancien responsable de la recherche du groupe *Pechiney*, Yves Farge, n'a pas hésité à écrire: «Il ne fait aucun doute que ce laboratoire n'existerait pas aujourd'hui sans l'action décisive d'Hubert Curien.»

L'Europe de la recherche serait-elle très différente si Hubert Curien avait subi le sort de beaucoup de ses compagnons de la résistance et était tombé sous les balles ennemies? On connaît la réponse que beaucoup d'historiens donneraient à cette question: «Non, si Hubert Curien n'avait pas existé, la recherche européenne ne serait pas différente, un autre aurait accompli à sa place ce qu'il a réalisé.»

En l'absence d'Hubert Curien, il est en effet probable que la plupart des initiatives auxquelles son nom est lié auraient tôt ou tard été lancées. Mais sans doute pas au moment où elles l'ont été, ni sous la même forme, de manière aussi convaincante et avec le même succès. Et si Hubert Curien n'est à l'évidence pas le seul à avoir œuvré au développement de l'Europe de la science, on ne peut contester que sa contribution sur ce plan ait été particulièrement importante. Plus que n'importe qui, il mérite donc le titre d'artisan de l'Europe de la recherche.

Michel André

L'EER pour les nuls

L'Espace européen de la recherche (EER), qu'ès aquò? Ce projet d'unification des hétéroclites systèmes de recherche européens est la pierre angulaire du développement économique de l'Europe. Néanmoins, l'EER est souvent perçu comme une obscure initiative européenne tant pour les chercheurs que pour le grand public. Tentative d'éclaircissement.

Tout commence en 2000, lorsque Philippe Busquin, alors commissaire à la recherche, présente au Conseil européen de Lisbonne une vision future du monde de la recherche de l'Union, où les scientifiques collaboreraient systématiquement selon leur excellence, où le transfert de connaissances des académies aux industries favoriserat la création rapide d'innovations et où les infrastructures de recherche feraient pâlir d'envie le reste de la planète.

Cette proposition se place au cœur de la *Stratégie de Lisbonne*, une politique avalisée lors de ce Conseil qui établit les bases du développement futur de l'économie européenne. La stratégie part du constat que l'Europe industrielle n'est plus ce qu'elle était. Certes, de nombreuses industries existent encore à travers le continent. Cependant, d'autres blocs économiques, comme l'Asie, s'imposent désormais en tant que principales unités de production du globe, leur main-d'œuvre moins coûteuse et la libéralisation des marchés mondiaux aidant.

Les dirigeants européens ont donc décidé de miser le futur de l'Union sur un domaine où elle a toujours excellé: la science et la technologie. Le savoir-faire assurera donc, à l'avenir, gîte et couvert au Vieux continent. Une société de la connaissance, en somme, fondée sur l'éducation, l'innovation et la recherche. Trois composantes si foncièrement interdépendantes qu'on les nomme *triangle de la connaissance*. «Si le progrès technologique crée les emplois de demain, c'est la recherche qui crée les emplois d'après-demain», peut-on lire dans la communication de la Commission instituant l'EER. À l'avenir, la valeur ajoutée de l'Europe reposera donc sur les nouvelles connaissances qui seront créées au sein de l'EER, source d'emploi et de profit.

Le sous-investissement

Mais un long chemin doit être encore parcouru avant que n'émerge cette société de la connaissance dont les vertus sont tant louées par les créateurs de la *Stratégie de Lisbonne*. Car, même si l'Europe produit, en 2000, un tiers du savoir scientifique mondial et occupe une place de premier plan dans de nombreux domaines comme l'aéronautique ou les télécommunications, ses investissements globaux de recherche, tant privés que publics, restent bien en-deçà de ceux de ses principaux concurrents que sont les États-Unis et le Japon. Précisons toutefois que la faiblesse des investissements n'est pas un constat qui peut s'appliquer de manière uniforme. En Europe, les politiques de promotion de la science se déclinent en effet sur une très large palette. Ainsi, la Suède et la Finlande font partie des pays où la R&D est des plus performantes au monde tandis qu'au sein des nouveaux États membres, où les ressources sont souvent moindres, la situation de ce secteur est parfois très précaire.

Ceci nous amène à une autre faiblesse: en Europe, les systèmes de R&D peinent à s'extirper du cadre national. Certes, une collaboration en matière de recherche s'est développée parallèlement à la construction de l'Union, avec *EURATOM* puis, dès 1984, avec l'émergence des *programmes-cadres* (*PC*). Cependant, les efforts européens souffrent d'un manque de synchronisation entre États membres. Résultat? Non seulement l'Europe investit moins que ses concurrents, mais elle investit aussi moins bien. Plusieurs pays financent ainsi au niveau national des recherches identiques alors que ces ressources seraient mieux exploitées au sein d'un projet à dimension européenne.





Ce qui a été réalisé

Une fois le principe de l'EER entériné lors du *Sommet de Lisbonne*, un plan d'action a été publié dès 2002 pour proposer les orientations nécessaires à sa réalisation. Ainsi, *ERA-Net* a été lancé pour soutenir financièrement la mise en réseau de programmes de recherche nationaux et régionaux. Le projet invite tous les directeurs de programmes et les institutions de financements à proposer des actions concrètes pour coordonner leurs actions avec leurs homologues transfrontaliers dans des domaines de recherche précis. Une approche qui a notamment donné naissance au *Consortium européen des forages océaniques* (*ECORD*) et à *HESCULAEP*, qui vise à synchroniser les efforts de recherche en matière d'urgence médicale.

Le 7ème programme-cadre (PC7) s'inscrit également en droite ligne de ce plan d'action. Outre un budget considérablement étoffé – de 50,5 milliards € contre moins de 18 milliards € pour le PC6 – et une simplification de son fonctionnement administratif, il a été doté de nouveaux outils tels que les *Initiatives technologiques conjointes* (*ITC*), qui permettent de mettre en commun les ressources de l'Union, du secteur privé et des programmes nationaux en vue de lancer des recherches d'envergure dans des domaines clés dont le développement est avantageux tant pour les industriels que pour les États membres et l'Europe. Les deux premières *ITC* ont ainsi été lancées en 2007: *Artemis*, qui concerne les systèmes informatiques embarqués, et *IMI*, une initiative pour les médicaments innovants.

Cette période a aussi couvert l'avènement du *Conseil Européen de la Recherche* (*ERC*), la première structure européenne spécifiquement dédiée au financement de la recherche fondamentale, domaine essentiel à l'émergence des innovations technologiques. Indépendant tant dans son fonctionnement que dans sa gestion, l'ERC, qui est dirigé exclusivement par des chercheurs chevronnés, offre des bourses de recherche selon des critères de sélection fondés uniquement sur l'excellence scientifique. Un an après son lancement, l'ERC tire déjà un bilan prometteur: plus de 10 000 propositions ont répondu aux deux premiers appels à projets.

Mais à côté de ces grandes avancées de l'EER, il faut noter de sérieux revers. Le projet *GALILEO*, dont l'objectif était de fournir à l'Europe son propre système de radionavigation par satellite, a démontré les limites des partenariats entre public et privé. Alors que le système devait être opérationnel en 2008, le consortium d'industriels chargé de la construction de *GALILEO* rendait sa démission en mai 2008, jugeant le risque financier trop lourdement réparti sur ses épaules sans que le public ne leur garantisse de retour sur investissement suffisant. L'Union européenne et les États membres ont de ce fait pris en charge l'ensemble des coûts liés au déploiement de Galileo.

Un autre échec concerne les financements pour la R&D, qui sont restés bien en deçà des objectifs visés par la *Stratégie de Lisbonne*. En 2002, dans la continuité de cette dernière, le Conseil européen s'est accordé pour fixer à 3% la part de PIB (produit intérieur brut) que chaque État membre devrait, d'ici 2010, consacrer au financement de la recherche (2% devaient provenir du secteur privé et 1% des finances publiques). Entre 2000 et 2007, ce chiffre global a stagné sous les 2% et parfois même régressé. Et le secteur privé ne couvre en moyenne que la moitié des investissements, et non les deux tiers escomptés. Reste à voir si les indicateurs utilisés pour jauger le dynamisme du secteur sont les bons. Un rapport publié en 2008 par le *think tank Bruegel* (1) conclut en effet que l'intensité de R&D, qui reflète la part de PIB dédiée aux activités scientifiques, manque de pertinence. «L'indicateur ne tient pas compte de la spécialisation industrielle d'un État. Le Luxembourg, pays résolument tourné vers la finance, investira naturellement moins dans la recherche pour assurer sa croissance que la Finlande, spécialisée dans les technologies de l'information et de la communication», explique Bruno van Pottelsberghe, auteur du rapport.

Ce qu'il reste à faire

En 2007, un vent de renouveau a soufflé sur l'EER. Janez Potočnik, l'actuel Commissaire à la recherche, a édité un *Livre vert* reprenant six axes de travail qui devront nécessairement être développés pour construire l'EER. Pour évaluer l'adhésion des acteurs de terrain au concept, le document a été soumis à une consultation publique. Les résultats, publiés en 2008, montrent un large soutien des scientifiques envers l'EER, même si tout le monde s'accorde pour constater que les défis restent immenses. ●●●

●●● Le *Processus de Ljubljana*, lancé en avril par la présidence Slovène de l'Union, est venu renforcer le nouveau plan d'action de l'EER fixé par le Livre Vert. Il met l'accent sur les efforts à fournir du côté politique: associer plus les régions au développement de la recherche européenne, améliorer les indicateurs permettant de mesurer les performances de la R&D et, finalement, établir des partenariats à long terme entre la Commission et les États membres. Une volonté qui a notamment été matérialisée tout récemment avec un nouveau *Partenariat européen pour les chercheurs*, dans lequel la Commission et les États membres se sont engagés à réaliser, d'ici 2010, des progrès mesurables en matière de recrutement, de sécurité sociale, et de conditions de travail des chercheurs.

Car la mobilité constitue l'un des principaux piliers identifiés par le *Livre Vert*. En Europe, les perspectives de carrière des chercheurs sont trop souvent circonscrites aux frontières nationales, excepté s'ils décident de s'expatrier outre-Atlantique, ce à quoi beaucoup d'entre eux se résolvent faute d'opportunités européennes.

Mais la mobilité est loin d'être le seul axe de travail. L'amélioration de la gestion et de l'autonomie des universités constitue également un des aspects fondamentaux du développement de l'EER. De même que la nécessaire accélération du transfert de connaissances, qui demandera entre autres de lever les nombreux obstacles qui jalonnent encore la définition d'un système de brevet européen.

Un projet long et fastidieux

Il y a aussi les infrastructures de recherche, si essentielles pour maintenir les chercheurs européens au sein des frontières de l'Union et attirer des profils d'excellence extérieurs. Car le *LHC* (*Large Hadron Collider*), immense collisionneur de particule du *CERN*, à Genève, n'est qu'un des rares exemples de collaboration européenne en matière d'infrastructures de recherche. Ces dernières requièrent des investissements tels que les ressources de l'Europe, des pays membres et du secteur industriel devront forcément être combinées. Le projet de l'*Institut Européen des Technologies* (*IET*), qui vise à charpenter l'équivalent du célèbre *Massachusetts Institute of Technology* (*MIT*) des États-Unis, s'inscrit précisément dans cette volonté d'offrir à l'Europe plus d'infrastructures d'excellence.

Le *Livre vert* souligne également l'importance d'ouvrir l'EER à la coopération. Un point qui tient particulièrement à cœur à la *Fondation européenne pour la science* (*ESF*), ONG regroupant des organismes de recherche issus de 30 pays différents. «Déterminer les investissements à réaliser dans la science en ne tenant compte que des priorités nationales ou même européennes limite les perspectives pour de nombreux domaines scientifiques comme la recherche fondamentale, le climat ou la génétique», estimait John Marks, directeur adjoint de l'ESF, à l'occasion d'une conférence sur le sujet en novembre 2007. «La coopération internationale entre les chercheurs issus d'un large spectre de disciplines scientifiques est souvent nécessaire, car trouver des réponses exige la collaboration des meilleurs groupes et ces derniers ne se trouvent pas nécessairement en Europe, encore moins dans un seul pays.»

On le voit, le chemin vers la réalisation de l'EER s'annonce fastidieux et pavé d'embûches. Toutefois, aussi imparfait et hermétique qu'il soit, le concept inspire: car à l'aune de la situation d'autres blocs économiques, la construction de la recherche européenne n'est pas si bancale. Les dirigeants asiatiques travaillent en effet à réaliser une plate-forme similaire à l'EER en Asie, à l'initiative de la Corée du Sud. «De ce point de vue, le contexte européen est bien plus avantageux que le nôtre. Vous disposez d'une monnaie commune, d'un marché relativement uni, les personnes circulent sans visa ni passeport. La construction européenne constitue un atout impressionnant», constate Je-Chang Woo, Directeur général de la *Fondation pour la recherche de Corée*. ●

Julie Van Rossom

(1) Bruno van Pottelsberghe, «Europe's R&D: Missing the wrong targets?», Bruegel Policy Brief, numéro 2008/03, février 2008, www.bruegel.org

Repères

1957 – Signature du Traité *EURATOM*, qui établit une collaboration européenne en matière de recherche nucléaire.

1984 – Premier *programme-cadre de recherche*. Les PC sont les principaux instruments européens de financement de la recherche.

2000 – Le Conseil européen de Lisbonne entérine le concept d'*Espace Européen de la Recherche*.

2001 – L'Union européenne décide de construire *GALILEO*, équivalent européen du *GPS* américain.

2002 – Premiers appels à propositions pour *ERA-Net*.

2006 – Première communication sur la création d'un *Institut Européen de Technologies* (*IET*). Naissance du *Conseil européen de la recherche* (*ERC*).

2007 – Lancement du 7ème programme-cadre. Publication du Livre Vert «*L'EER: Nouvelles perspectives*» – Consultation publique. Lancement des premières *Initiatives Technologiques Conjointes* (*ITC*).

2008 – Lancement du *Processus de Ljubljana*.



© Institute for Ecology, Evolution and Diversity – Frankfurt

Marisa cornuarietis, escargot d'eau douce étudié par l'équipe de Jörg Oehlmann à l'Institut pour l'écologie, l'évolution et la diversité de l'université Wolfgang Goethe de Francfort (DE).

L'insaisissable perturbation endocrinienne

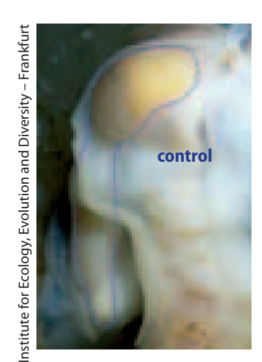
Nous vivons désormais dans un environnement où les produits chimiques d'origine industrielle sont omniprésents. Or certains d'entre eux ont la propriété d'agir – dans certaines conditions – sur les systèmes hormonaux. Un problème difficile à gérer, qui mobilise la recherche européenne depuis plus de 10 ans.

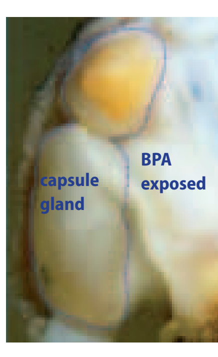
Le dossier de la perturbation endocrinienne ressemble à une vraie enquête policière. D'ampleur désormais planétaire, il recèle de quoi déconcerter le plus aguerri des Sherlock Holmes: des soupçons accablants mais peu de preuves, des indices multiples mais épars et disparates, des victimes difficiles à identifier… et surtout des suspects innombrables. La perturbation endocrinienne? C'est l'aptitude de certains composés chimiques à modifier le système hormonal – le nôtre, mais aussi celui de quasiment tous les animaux. Or le système hormonal gouverne la plupart des fonctions essentielles de l'organisme: le développement du fœtus et de l'enfant, la reproduction, mais aussi le système immunitaire – autrement dit, nos défenses naturelles. La menace est donc à prendre au sérieux.

Le hic c'est que les hormones, qui sont les messagers intérieurs de l'organisme, agissent à des concentrations extraordinairement faibles. Les perturbateurs endocriniens, qui peuvent soit les imiter, soit les contrecarrer (ils sont alors dits antagonistes), sont donc susceptibles de poser problème même à des doses infinitésimales. Des exemples? Les effets féminisants d'un pesticide assez commun, l'atrazine, ont été démontrés sur des amphibiens à la concentration, couramment atteinte dans l'eau de pluie aux États-Unis, de 0,1 millionième de gramme par litre.

Tout récemment, une étude parue dans les comptes rendus de l'*Académie des Sciences* Américaine a montré que 5 ng/l (nanogrammes, ou milliardièmes de gramme par litre!) d'œstrogènes, soit à peu près ce que l'on retrouve à la sortie des stations d'épuration, suffisaient à provoquer l'effondrement de toute la population de vairons d'un lac, là encore par féminisation jusqu'à stérilisation des mâles, en seulement deux ans… Les études faisant état de populations féminisées de poissons dans les rivières des pays industrialisés sont d'ailleurs désormais légion, depuis la Seine en France jusqu'au Potomac américain. Évidemment, on peut plaider qu'il suffit alors d'améliorer le traitement de l'eau – c'est d'ailleurs la piste que poursuit le projet européen *NEPTUNE*. Le problème est que, si les technologies nécessaires à l'élimination des perturbateurs endocriniens des eaux d'épuration sont parfaitement maîtrisées, elles coûtent, selon les chercheurs de ce projet, de 0,02 € à 0,1 € le mètre cube… Soit de l'ordre de 5 € par Européen et par an.

Pire encore que le problème des faibles doses est celui des synergies. «C'est une problématique de 'quelque chose à partir de rien'», explique Jorg Oehlmann, professeur au département d'écotoxicologie aquatique de l'université de Francfort (DE). «Nous avons là un nouveau type de mathématiques avec lesquelles 0 + 0 + 0 = 6 ou 7! Autrement dit, en additionnant des produits à des concentrations auxquelles leurs activités sont nulles, on a un mélange parfaitement actif sur le plan endocrinien!» Des résultats inquiétants obtenus ●●●





Effet du bisphénol A (BPA) dans l'espèce *Marisa cornuarietis*, caractérisé par un agrandissement des glandes sexuelles chez les femelles.
La photo montre une comparaison entre les utérus des escargots: à gauche un spécimen de contrôle, à droite une «super femelle» exposée au BPA.
Les deux glandes formant l'utérus sont considérablement élargies en raison de l'exposition à un perturbateur endocrinien et son activité oestrogénique.

par le cluster *CREDO – Cluster of research into endocrine disruption in Europe* –, financé par le 5ème programme-cadre, auquel participait le chercheur allemand. Résultats dont la conséquence méthodologique est qu'il ne suffit pas de travailler sur une seule substance suspecte, car il se peut qu'associée à d'autres, elle s'avère beaucoup plus active que prévu…

Enfin, une autre propriété inquiétante des hormones est qu'elles sont parfois actives à des périodes spécifiques de la vie. Celle du développement de l'enfant, surtout in utero, paraît particulièrement sensible, avec, pour ne rien arranger, d'importants effets retards (des conséquences observées plusieurs décennies après l'exposition), voire transgénérationnels: «Il faut se souvenir du cas du DES, un œstrogène utilisé comme antiabortif dans les années 1960, rappelle Jan-Åke Gustafsson, du *Karolinska Institutet* (SE), qui coordonne le projet européen *CASCADE* consacré au risque alimentaire lié aux perturbateurs endocriniens. Ce produit fonctionnait bien et n'avait pas d'effets nocifs sur les mères… mais il prédisposait leurs filles, cela a clairement été démontré par la suite, au développement de cancers du vagin! Et on a trouvé chez certains animaux des effets analogues sur le cancer de la prostate…»

Des particularités qui expliquent la défiance de beaucoup de chercheurs à l'égard de certains essais menés par l'industrie pour prouver l'innocuité de ses produits. Exemple: une étude récente, menée au Danemark, a consisté à enduire 26 jeunes hommes volontaires sains de crème solaire contenant des phtalates, un composé controversé. Au terme d'une semaine de ce traitement, et bien que des phtalates aient été retrouvés dans leur sang, aucun changement de la composition hormonale des volontaires n'avait eu lieu. S'ensuivirent des communiqués triomphalistes de l'*American Chemical Council*, une organisation professionnelle américaine. Dont acte. Mais comment ne pas noter qu'une telle étude ne prend en compte ni les synergies, ni les effets retards d'une exposition chronique, ni les particularités des premiers stades de développement (femmes enceintes…)?

«Nous savons qu'il y a là un problème», martèle Jorg Oehlmann. «Les comptages spermatiques menés récemment sur de jeunes allemands confirment une baisse régulière et très inquiétante de la fertilité masculine. Et on observe des cas toujours plus nombreux de cancers du sein, dont une étude récente vient de montrer qu'ils sont associés à une activité œstrogène supérieure à la normale. Il ne faut surtout pas relâcher l'effort de recherche commencé il y a 10 ans et on doit laisser à la science le temps qu'il faudra pour accumuler les preuves.» Côté industriel, Gerhard Nohynek, un scientifique chargé des questions de sécurité chez *L'Oréal*, estime, lui, qu'il y a «une chasse aux sorcières aux prétendus perturbateurs endocriniens qui dure depuis environ 15 ans, a coûté des millions et des millions de dollars à la société, et n'a rien trouvé.»

Dans ce contexte, plusieurs programmes de recherche européens cherchent des méthodes originales pour identifier les problèmes. Ainsi le projet *REEF – Reproductive Effects of Environmental Chemicals in Females* –, lancé en mai 2008, utilisera le mouton, relativement proche de l'homme au plan reproductif. «Nous allons placer des brebis dans une prairie fertilisée avec des boues de station d'épuration (qui contiennent une large palette de composés chimiques synthétiques), et placer un échantillon témoin dans une prairie non contaminée», explique Paul Fowler, coordonnateur du projet et spécialiste de physiologie reproductive à l'université d'Aberdeen (UK). «Et nous allons observer les différences, à la fois chez les adultes, les jeunes, les fœtus…» Une bonne manière de ne pas se concentrer sur un produit donné mais sur la contamination environnementale globale. Ce projet est associé à deux autres, *CONTAMED – Contaminant Mixtures and Human Reproductive Health*, – qui se consacre spécifiquement au problème des mélanges, et *DEER – Developmental Effects of Environment on Reproductive Health* –, qui se penche sur les problèmes de fertilité masculine, d'âge

Quelques suspects…

Depuis le début de l'ère industrielle, l'humanité a mis en circulation près de 100 000 nouveaux composés chimiques de synthèse. Seule une très faible proportion a fait l'objet d'études approfondies: beaucoup de surprises nous attendent donc probablement encore. Les quelques substances listées ci-dessous ont néanmoins des effets endocriniens avérés. Mais attention: qui dit activité endocrinienne ne dit pas forcément danger pour la santé. D'autres critères entrent en jeu, dont, avant tout, la durée de l'exposition.

- Les dioxines sont des composés résultant principalement de processus industriels: incinération des déchets, métallurgie, fabrication pâte à papier…
- Le Bisphénol A est présent dans de nombreux plastiques et a récemment fait l'objet de débats du fait qu'il entre dans la composition de certains biberons. Le produit pourrait migrer dans le lait, notamment sous l'effet de la chaleur.
- Les phtalates sont des plastifiants très répandus, notamment dans les plastiques alimentaires voire dans certains jouets pour enfants. Divers protocoles ont déjà démontré leurs effets, notamment sur des rongeurs.
- Les agents bromés ignifugés (*Brome Flame Retardants*) sont des matériaux anti-feu utilisés aussi bien dans certains textiles que dans des appareils électriques. Malgré des effets endocriniens avérés, ils remplacent désormais souvent les PCB – qui étaient eux-mêmes des perturbateurs endocriniens!
- Beaucoup de pesticides ont des effets endocriniens majeurs. C'est le cas du DDT, de l'Atrazine, mais aussi d'un grand nombre d'autres composés. L'activité endocrinienne n'empêche pas, bien entendu, d'autres formes de toxicité, éventuellement plus aiguës.


© Shutterstock

Les oestrogènes que l'on retrouve à la sortie des stations d'épuration ont des conséquences sur la faune des rivières, anéantissant notamment la fertilité des poissons et féminisant les espèces.

de la puberté et même de développement de l'obésité en relation avec la perturbation endocrinienne.

L'Europe a également mis sur pied le réseau d'excellence (*NoE – Network of Excellence*) *CASCADE*, qui travaille depuis déjà quatre ans sur les problèmes possibles de contamination de la nourriture. «L'alimentation est à mon sens la première voie d'exposition des populations humaines à la perturbation endocrinienne», indique le professeur Jan-Åke Gustafsson, coordinateur du réseau. «Bien sûr, il ne faut pas négliger les voies transcutanées ou respiratoires, mais les aliments, notamment industriels, et dans une moindre mesure l'eau de boisson, plus facile à contrôler, sont les principales portes d'entrée dans l'organisme humain.»

Pour répondre au problème de la diversité des substances, les chercheurs de *CASCADE* jouent la carte des récepteurs nucléaires. Il s'agit de protéines de la paroi du noyau cellulaire qui sont activées par la plupart des composés ayant une activité endocrinienne. Autrement dit, une bonne cible pour mettre au point des tests préliminaires généralistes, quitte à faire des recherches plus fouillées pour trouver le ou les coupables en cas de réaction positive.

«Nous avons consacré beaucoup d'efforts à mettre au point des essais satisfaisants, et nous sommes actuellement en train de les appliquer à deux catégories d'aliments particuliers: les aliments pour bébés et le pain», indique le professeur Gustafsson. Les premiers résultats des aliments pour bébés sont plutôt rassurants. Certes on y trouve de grandes quantités de substances actives, qu'on appelle des phytœstrogènes, liées à la richesse en soja de ces aliments. «Mais il y a en réalité deux types de récepteurs nucléaires, ERα et ERβ (pour Estrogène Receptor alpha et béta), indique le professeur Gustafsson. «Seul le premier, α, peut initier des activités endocriniennes pathologiques. β est plutôt associé à des mécanismes protecteurs… Or c'est surtout ce dernier qui est activé avec les aliments pour bébés. Mais il ne s'agit évidemment que de résultats provisoires.» Des résultats qui seraient néanmoins cohérents avec les faibles prévalences de cancer du sein, du côlon et de la prostate en Asie, où la consommation de soja est plus élevée qu'en Europe occidentale. Quant aux essais sur le pain, il est encore trop tôt pour voir se dessiner des résultats.

Les tests développés par *CASCADE*, destinés aux industriels et aux autorités régulatrices, viendront grossir l'arsenal qui se met peu à peu en place pour tenter de protéger la santé publique du péril endocrinien. Reste que le chemin sera encore long avant que les scientifiques ne soient capables de produire de véritables analyses de risque. Les décideurs, qu'ils soient politiques ou industriels, vont donc devoir gérer encore de nombreuses années les incertitudes liées à la perturbation endocrinienne – dans un contexte où, avec la directive *REACH*, la charge de la preuve de l'innocuité des produits chimiques se déplace progressivement sur l'industrie. Et cette dernière voit d'un très mauvais œil les surcoûts générés par les nécessaires mesures de précaution… ●

Yves Sciama

L'Europe et la perturbation endocrinienne

Depuis la réunion internationale de Weybridge (UK) en 1996, qui avait rassemblé des scientifiques européens, japonais, américains, de l'*OCDE* et de l'*OMS* – événement généralement considéré comme le point de départ de la mobilisation contre la perturbation endocrinienne –, l'Europe a régulièrement avancé sur cet épineux dossier. En 1999, a été adoptée une «Stratégie communautaire pour les perturbateurs endocriniens», avec des actions à court, moyen et long terme dont on peut prendre connaissance à l'adresse suivante: ec.europa.eu/environment/endocrine/documents/comm1999_en.htm.

Un grand nombre de projets de recherche ont été soutenus dans le passé ou sont encore en cours (liste exhaustive sur ec.europa.eu/research/endocrine/index_en.html). Une liste provisoire de plus de 500 substances prioritaires a été définie et fait l'objet d'investigations préliminaires. En outre, une concertation et des échanges d'informations permanents ont lieu au plan international, notamment avec l'*EPA* (*Environment Protection Agency*) américaine, l'*OMS*, le *PNUE*, etc.



Cascade
24 partenaires – 9 pays (DE, ES, FI, FR, HU, IT, NL, SE, SK)
www.cascadenet.org

Neptune
18 partenaires – 13 pays (AT, AU, BE, BG, CA, CH, DE, DK, IT, NO, RO, SE, UK)
www.eu-neptune.org

Le site de la Commission consacré à la perturbation endocrinienne:
www.ec.europa.eu/environment/endocrine/definitions/endodis_en.htm

Un site indépendant tenu par des scientifiques:
www.ourstolenfuture.org

Sur la piste du carbone africain

L'Afrique n'est pas un continent oublié qu'au plan du développement. Elle est aussi très mal comprise au plan climatologique, malgré son rôle important dans les processus atmosphériques planétaires. D'où l'importance de projets comme CarboAfrica, qui s'efforce de disséquer les ressorts du cycle du carbone sur le continent noir.

On dirait un de ces monuments compliqués, tout en allumettes, que les artistes de rue échafaudaient autrefois pour soutirer quelques piécettes aux touristes. Sauf qu'ici, les allumettes sont des tubes en acier – et la tour qu'ils forment s'élance à quelque 65 mètres du sol. Les touristes, au demeurant, sont rares dans ces contrées: l'édifice trône au beau milieu de la forêt d'Ankasa, au Ghana, et, à perte de vue, quelque 30m sous les panneaux solaires sommitaux, s'étend l'impénétrable canopée équatoriale.

La tour d'Ankasa est le fleuron du projet *CarboAfrica*, financé à hauteur de 2,8 millions € par le 6ème programme-cadre. C'est une tour à flux, un dispositif sophistiqué, constitué de deux capteurs couplés: un anémomètre à ultrasons qui délivre la vitesse et la direction du vent en trois dimensions, et un analyseur à infrarouge, chargé de mesurer en continu la température de l'air ainsi que sa concentration en vapeur d'eau et en dioxyde de carbone. «En combinant ces deux données avec un peu de mathématiques et de physique», simplifie charitablement Jonas Ärdo, spécialiste des écosystèmes africains à l'université suédoise de Lund, «on obtient le flux local de CO_2, autrement dit la quantité de ce gaz qui est libérée ou, à l'inverse, captée par la forêt. Le dispositif fait 20 mesures par seconde mais, pour faciliter l'usage des données, elles sont automatiquement ramenées à des moyennes par période de 30 minutes.» Ce qui permet de suivre le comportement du CO_2 de jour en jour, de saison en saison, et d'année en année.

Les mystères du cycle du carbone

À quoi bon suivre avec une telle minutie la respiration de cette forêt perdue d'Afrique? C'est qu'ici se cache une partie de la clé d'une inconnue majeure de notre avenir climatique: le cycle

Feu expérimental allumé au *Kruger National Park*, en Afrique du Sud. Le but est de mesurer les gaz et les particules émises durant cette expérience afin de comprendre le processus de combustion complet et mesurer différents paramètres (température du sol et de l'air, vitesse du vent, humidité, etc.).
Les données collectées pendant cette campagne sont comparées avec les données satellites pour améliorer la compréhension des conséquences sur l'écosystème de la savane et les effets sur la végétation.
Les émissions de fumée sont analysées à l'aide d'un spectroscope FTIR pour pouvoir évaluer les données du cycle de carbone dans l'environnement. D'autres instruments sont également utilisés lors de ces tests, notamment des caméras à image thermale et des spectromètres UV.


© M.Wooster- KCL


© M.Wooster- KCL

© M.Wooster- KCL

du carbone. On sait en effet que chaque année, l'humanité rejette dans l'atmosphère plus de 27 milliards de tonnes de dioxyde de carbone, principalement via la consommation de combustibles fossiles. Une quantité énorme: environ 30 fois la masse du Léman, le plus grand lac d'Europe occidentale. Mais ce chiffre pâlit en regard des processus naturels. La respiration de l'ensemble du vivant, par exemple, rejette des volumes 10 fois supérieurs… volumes qui sont heureusement plus que réabsorbés par la photosynthèse. De son côté, l'océan dissout des quantités de CO_2 du même ordre de grandeur, principalement au sein de ses zones froides, tandis que ses zones tempérées en relâchent une partie. Et si l'on s'intéresse aux réservoirs planétaires de carbone, et non plus seulement aux échanges, c'est encore plus vertigineux : l'atmosphère en contient 750 milliards de tonnes, la végétation trois fois plus, l'océan… 40 000 milliards de tonnes.

Le CO_2 que nous émettons circule entre ces différents réservoirs. Il gagne l'atmosphère, est ensuite absorbé par les océans, les plantes, les sols, les rivières, puis est libéré à nouveau… Combien de CO_2 restera dans l'air? Quelle proportion sera pompée? Quelle quantité sera rejetée? Par quels réservoirs? À quel rythme? Autant d'informations essentielles à la modélisation de notre avenir climatique…Et leur collecte n'est pas une mince affaire.

C'est un fait, le cycle du carbone est, depuis quelques années, au cœur des préoccupations des climatologues. Résultat: les tours comme celle d'Ankasa, qui épient en continu les va-et-vient du CO_2, ont, ces derniers temps, poussé comme des champignons. On en recense désormais plus de 400 de par le monde. Cependant, si le climat ignore les frontières, il n'en va pas de même des édifices humains. Car l'Afrique est gravement sous-instrumentée par rapport au reste du globe. Son réseau de stations météo est très en deçà des minima recommandés par l'*Organisation Météorologique Mondial*e (*OMM*), et l'ensemble du continent ne comptait jusqu'ici qu'une quinzaine de tours à flux… pour 30 millions de kilomètres carrés, soit 6 fois la surface de l'Union européenne! Le problème est d'ailleurs identique au niveau de la modélisation régionale, négligée par rapport au reste du monde.

L'Afrique, puits ou source?

«Notre connaissance du rôle actuel de l'Afrique dans le cycle global du carbone s'avère remarquablement limitée», écrivait récemment dans la revue *Carbon Balance and Management*, un spécialiste de l'université du Colorado (US), Christopher Williams. «Nous ne savons même pas si l'Afrique est un puits ou une source de carbone atmosphérique, et nous n'avons que des indications vagues sur la répartition temporelle et spatiale des échanges de carbone.»

Voilà à quoi *CarboAfrica* voudrait remédier. Pour atteindre son ambitieux objectif, – «quantifier, comprendre et prédire le cycle du carbone et des autres gaz à effet de serre en Afrique subsaharienne» – le projet va commencer par «consolider et étendre le réseau actuel de suivi en continu du carbone et des autres gaz à effet de serre», selon les termes de son coordonnateur, le professeur Riccardo Valentini de l'université italienne de Tuscia. Un réseau encore bien mince, mais qui a l'avantage de couvrir des écosystèmes très différents.

La forêt tropicale, sans doute l'écosystème dont le «métabolisme carboné» est le plus actif, sera scrutée par la tour d'Ankasa. Au Botswana, une autre tour se dresse dans les prairies humides du delta de l'Okavango. Côté savane sèche sahélienne, ce sera la station d'El Obeid, au Soudan, installée par Jonas Ärdo, qui fournira les données. Dans le célèbre parc national de Kruger, en Afrique du Sud, où s'étend une savane plus arborée, se dresse également une tour. Au Congo, des mesures sont effectuées dans une plantation d'eucalyptus, histoire de jauger le bilan carbone des milieux cultivés. Idem au Bénin, où sont mesurées les émissions de cultures de mil. Au total, il est prévu d'exploiter 18 stations, dont 2 flambant neuves. Le tout sera renforcé par des mesures couvrant toute l'épaisseur atmosphérique réalisées en deux sites, ainsi que par des données récoltées via des survols d'avions expérimentaux.

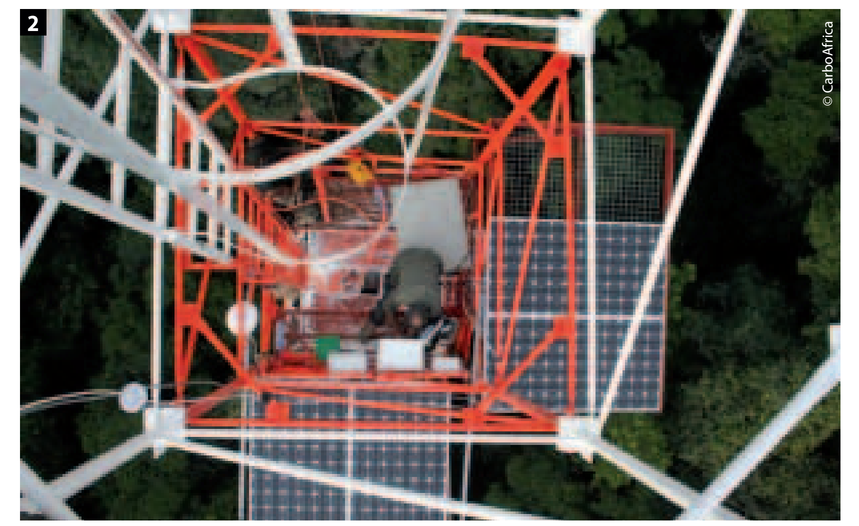
«L'idée derrière tout ceci est de calibrer et valider des modèles reflétant la circulation du carbone pour différents écosystèmes, à partir de la température, de l'humidité, de l'état du sol et de la végétation», explique Jonas Ärdo. «À l'aide de tels modèles, et connaissant la répartition des écosystèmes sur le continent, on peut aller vers une modélisation globale du cycle du carbone en Afrique.» Les 18 stations ne seront pas de trop, compte tenu de la grande diversité des écosystèmes du continent, dont le cycle du carbone varie beaucoup. Les zones sahéliennes, par exemple, sont très peu actives durant les 8 ou 9 mois de saison sèche. Mais dès que les pluies arrivent, une intense photosynthèse se met en branle, accompagnée d'une respiration tout aussi importante. À l'inverse, le cycle du carbone dans les zones forestières est très actif et relativement stable tout au long de l'année. La variabilité interannuelle retient particulièrement l'attention des chercheurs, car l'Afrique est un continent aux sautes d'humeur impressionnantes, en ●●●

Les mystères du feu

L'utilisation du feu est très répandue en Afrique, tant pour défricher des zones forestières que pour débarrasser les parcelles des herbes sèches avant leur mise en culture. En outre, à l'échelle continentale, une proportion significative de la cuisson des aliments s'effectue au feu de bois. «Certains de ces feux sont très visibles, voire spectaculaires, notamment dans la savane, souligne Laurent Saint-André. Mais d'autres se déroulent sous la canopée et passent totalement inaperçus, ce qui n'empêche qu'ils jouent un rôle important.»

Or, note Christopher Williams, «contrairement à la respiration, le feu restitue le carbone à l'atmosphère sous la forme d'une vaste panoplie de composés, dont certains sont actifs au plan chimique ou radiatif (méthane, monoxyde de carbone, aérosols…) ou sont des précurseurs de gaz actifs (précurseurs de l'ozone)». Tout un groupe de travail de *CarboAfrica* se consacre donc à «l'interaction feu-climat-cycle du carbone à l'échelle régionale ou continentale». Une expérience grandeur nature de suivi de feux en Afrique du Sud, mêlant imagerie satellite, mesures par hélicoptères et mesures au sol a notamment été menée en août 2007. Les abondantes données recueillies permettront, notamment, la calibration des images satellites.







●●● particulier dans les régions sahéliennes. Il n'est pas rare d'y voir se succéder des années sèches suivies d'une ou plusieurs années à la pluviométrie très au-dessus de la moyenne. Des variations trois fois plus importantes qu'en Inde, par exemple, une autre partie du monde également traversée par une mousson.

Des modèles africains

«La plupart des modèles dont nous partons ont été élaborés en Europe ou en Amérique», précise Jonas Ärdo. «Il est donc particulièrement important de les adapter finement aux conditions africaines, ce que ce projet devrait nous permettre de faire.» Tous les problèmes ne seront pas réglés pour autant: les modèles fonctionnent en effet d'autant mieux qu'ils sont nourris de bonnes données météorologiques et pédologiques. Or les chercheurs travaillent sur des cartes des sols truffées d'erreurs car dressées il y deux ou trois décennies par la *FAO*. De plus il n'est pas rare, sur le continent noir, de se trouver à plus de 300 kilomètres de la station météo la plus proche… Ces lacunes pourraient être en partie compensées par l'utilisation de données récoltées par les satellites. Des capteurs comme *Modis* fournissent en effet, avec une résolution inférieure à un kilomètre, des informations sur les conditions météo et le sol… mais avec une fréquence de passage de l'ordre de 8 jours. «En combinant les informations fournies par les satellites avec celles que nous donnent les stations météo et les tours à flux dont nous disposons, il est néanmoins possible de faire des approximations d'une précision acceptable – c'est du moins notre objectif» résume Jonas Ärdo.

Mais le défi que veut relever *CarboAfrica* ne vise pas seulement à mieux représenter la réalité. Il s'agit aussi de déterminer comment réduire l'impact de l'Afrique sur le réchauffement climatique. Certes, la contribution du continent dans les émissions fossiles de CO_2 est dérisoire, de l'ordre de 3% du total mondial, selon Christopher Williams, alors même que 14% de la population du globe y réside. Par contre, les émissions imputées à la déforestation, activité anthropique responsable

La **tour de la forêt d'Ankasa**, au Ghana.
1 Construction
2 Installation d'instruments scientifiques
3 La canopée vue de la tour

d'environ un quart des gaz à effet de serre émis par l'humanité, sont loin d'être négligeables. Les forêts tropicales fixent en effet d'énormes quantités de carbone, tant au sein de la masse de bois qu'elles contiennent qu'au sein de leur sol très riche en carbone. Lorsqu'elles sont défrichées, généralement par le feu, le CO_2 issu de la combustion du bois gagne immédiatement l'atmosphère, et le sol mis à nu, labouré puis cultivé, libère à son tour une partie du carbone qu'il renferme. Or, 30% de la déforestation tropicale a lieu en Afrique.

Des enjeux financiers importants

Le cycle du carbone est aussi associé à des enjeux sonnants et trébuchants. Car le protocole de Kyoto prévoit explicitement, via des mécanismes financiers connus sous le nom de *Mécanisme de développement propre* (*MDP*), la possibilité pour les entreprises des pays développés de compenser leur surplus d'émission de gaz à effet de serre par le financement de programmes de réduction d'émissions dans des pays en développement. Jusqu'à présent, l'Afrique a très peu profité de ces transferts Nord-Sud, mais sur le principe, investir dans une plantation d'arbres et une entreprise de reboisement peut permettre d'obtenir ce type de crédits. Par ailleurs, des modes de financement de la préservation forestière, désignés sous l'acronyme *REDD* - «*Réductions d'Emissions de la Déforestation et de la Dégradation des forêts*», sont actuellement en cours de négociation.

Reste que pour rémunérer le stockage de carbone dans des forêts et dans des sols, il faut pouvoir estimer les quantités stockées de façon incontestable. «Or c'est une procédure particulièrement compliquée», indique Laurent Saint-André, spécialiste des écosystèmes forestiers au *Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement* (*CIRAD*) français. «Il faut d'abord trouver des zones représentatives de la forêt en question que l'on fractionne en biomes relativement homogènes, pour ensuite évaluer, à l'aide de modèles, la quantité de carbone absorbée par chaque variété. Et puis il y a le sol et la litière, les bois morts. Des décisions à prendre, aussi, notamment le degré de profondeur de l'analyse. Un de nos objectifs dans le projet sera de définir des procédures et des méthodologies optimisées pour procéder à ces évaluations.»

CarboEurope

C'est en quelque sorte le grand frère de *CarboAfrica*. Né en 2004 pour une fin programmée en 2009, *CarboEurope* est un projet intégré de très grande envergure, avec 61 institutions participantes issues de 17 pays. L'objectif est au fond le même que celui de *CarboAfrica*, à savoir, recueillir un maximum d'information sur le cycle du carbone, mais de l'autre côté de la Méditerranée. Quatre ans après son lancement, le projet affiche un nombre impressionnant de publications à son actif (plus de 100), et ce dans les meilleures revues scientifiques (sans parler des rapports ou des chapitres d'ouvrages).

On doit notamment aux chercheurs de *CarboEurope* l'analyse – publiée dans *Nature* en 2006 – des effets impressionnants et inattendus de la sécheresse de 2003 sur le cycle du carbone. L'ensemble du continent européen, ont-ils découvert, alors qu'il joue habituellement le rôle de puits de carbone, s'était alors transformé en source de CO_2 en raison d'une quasi interruption de la croissance végétale, d'une respiration intensifiée et de nombreux incendies de forêt. De même, autre publication dans Nature, des scientifiques de *CarboEurope* ont révélé en 2008 que la tendance au réchauffement des automnes sur le Vieux continent se traduisait aussi par une libération croissante de carbone. L'interdisciplinarité étant une clé de l'étude du climat, l'activité du projet est aussi étendue géographiquement que variée scientifiquement. Des modélisateurs parisiens y côtoient des spécialistes des prairies hongroises, des microbiologistes du sous-sol allemands, des atmosphériciens espagnols ou encore des pilotes d'Antonov russes!

www.carboeurope.org

(voir aussi *RTD Info* n°29, Avril 2001)

Des évaluations dont il s'agit non seulement d'accroître la rigueur, mais aussi de faire baisser le coût, car ce dernier constitue parfois un obstacle insurmontable pour les acteurs concernés, comme les forestiers ou les autorités locales.

Favoriser le stockage du carbone

Or parvenir à rémunérer la plantation d'arbres ou la sauvegarde des forêts, même à des niveaux faibles, aurait potentiellement de gros impacts sur le stockage du carbone en Afrique. Et pas seulement dans les zones de forêt humide. Au Sahel, par exemple, où l'environnement a été fort dégradé par le surpâturage et le prélèvement de bois, il existe différentes techniques dites de *régénération naturelle assistée* (*RNA*) qui favorisent le retour des arbres. Elles ont en outre l'avantage d'augmenter la richesse organique du sol et sa capacité à retenir l'eau, accroissant en retour sa fertilité. Même si ces techniques (construction de murets, de fossés, de micro-barrages, etc.) sont bon marché, elles se trouvent tout de même hors de portée de la très faible capacité d'investissement des populations locales. Si elles étaient financées par le biais des marchés du carbone, il y aurait non seulement des impacts positifs en termes de climat mais aussi d'intéressants gains socio-économiques.

Autre exemple, Laurent Saint-André et ses collaborateurs ont calculé qu'une plantation d'eucalyptus sur des savanes au Congo stockait durant sa croissance près de 30 tonnes de carbone à l'hectare chaque année. Avec un CO_2 qui se négocie autour de 20 € la tonne, il y a là une possibilité de pécule susceptible de financer bien des projets de développement pour des communautés locales prêtes à y consacrer une partie de leurs terres!

Concilier développement local et résorption du réchauffement climatique… l'Afrique recèle sans aucun doute bien des pistes du genre. Des projets comme *CarboAfrica* peuvent certainement aider à découvrir et à identifier les meilleures d'entre elles. Mais leur mise en œuvre dépendra principalement de décisions politiques… et donc, dans une certaine mesure, de nous tous.

Yves Sciama

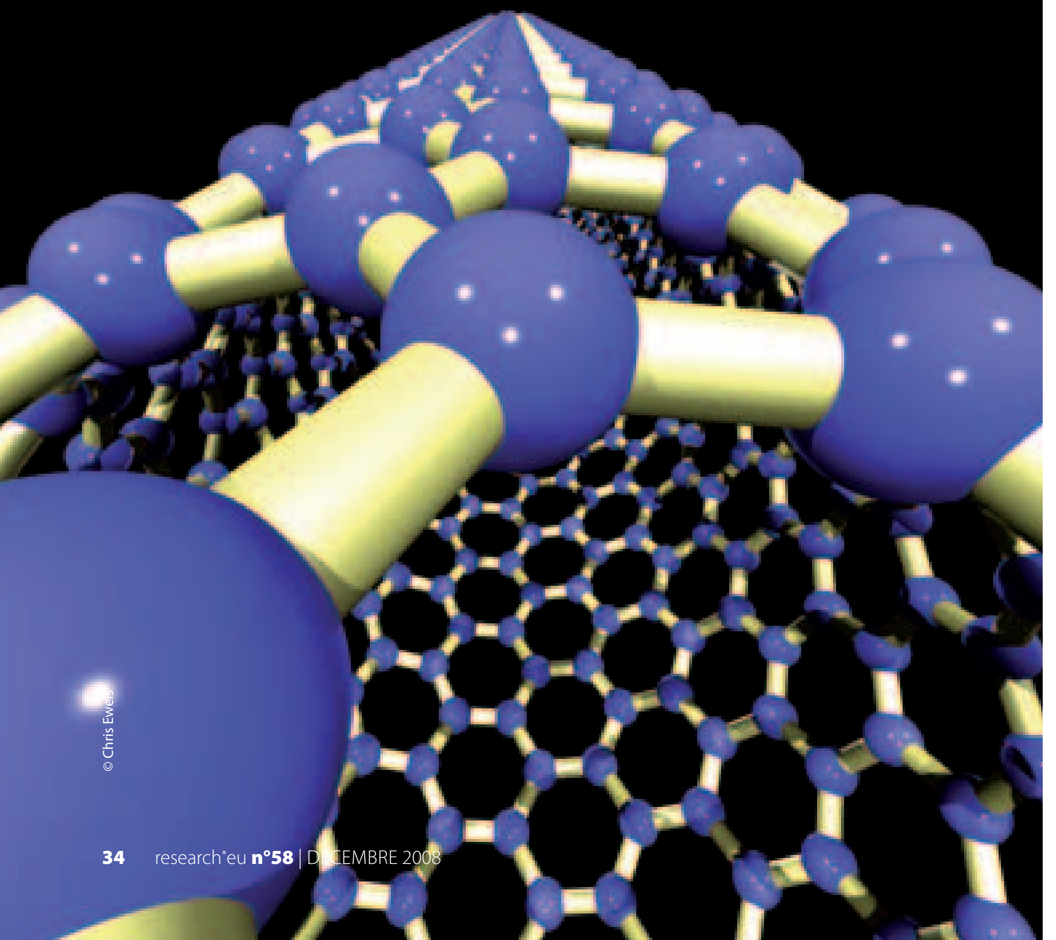


CarboAfrica
15 partenaires – 8 pays (CG-DE- FR- IT-SD-SE- UK- ZA)
www.carboafrica.net

Un chercheur dans le vent

Incompréhensible, le nanomonde? Fermé, l'univers des chercheurs? Deux idées préconçues auxquelles s'attaque Chris Ewels. À 36 ans, ce Britannique appartenant à la génération de la «vidéosphère» gère, en plus de son travail scientifique, une communication résolument visuelle du projet européen Nano2Hybrids, auquel participent huit laboratoires européens. Pour lui, la recherche est une aventure vivante, et la filmer dans ses développements quotidiens représente une leçon de choses qui peut en dire plus que bien des discours.

Nanotube de carbone



© Chris Ewels

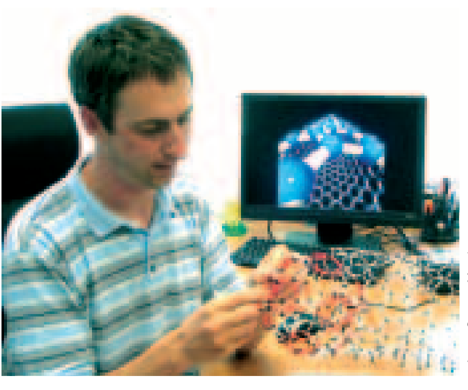
En 1989, lorsque Chris Ewels entre à l'université d'Oxford (UK) pour y étudier la métallurgie et la science des matériaux, le nanomonde est encore dans sa prime enfance. Le découvreur Harry Kroto a déjà mis en vedette les structures étonnamment géométriques des fullerènes mais le Nobel ne lui sera décerné qu'en 1996. «Ce que l'université proposait au premier degré d'études concernait les matériaux classiques. J'aimais les atomes, les cristaux, les symétries, les architectures à cette échelle. Je n'avais encore rien de très précis en tête, peut-être aurais-je pu éprouver le même plaisir en étudiant la physique ou l'astrophysique…»

Ce qui est certain pour Chris Ewels, c'est son goût pour la science, dans sa globalité, qu'il aime depuis l'enfance – «parce que c'est une façon de poser des questions et de raconter des histoires». Les voyages sont une autre de ses passions. À peine diplômé d'Oxford, il jongle avec les bourses, les stages – et, quand il le faut les petits boulots – à la découverte de l'Europe (Allemagne, Italie, Hongrie, Suède), l'Inde, la Chine, l'Australie, l'Asie du Sud-Est. «Certaines de ces destinations ont été liées à mon cursus de doctorant, d'autres pas. Quand le mur de Berlin est tombé, par exemple, j'ai immédiatement postulé pour aller voir comment cet événement était vécu en Allemagne. C'était ma première sortie expérimentale étrangère. Je l'ai renouvelée ensuite en Italie, en Suède et en France.»

L'intérêt des défauts

Le goût de l'ailleurs ne l'empêche pas de travailler à sa thèse de doctorat, soutenue à l'université d'Exeter (UK), en 1997. «Là, j'étais

Chris Ewels: «C'est vrai que certains scientifiques trouvent notre pari sur l'image assez fou…»



© Irene Suarez-Martinez

à un tournant. Je suis très motivé par les questions environnementales. Je me suis demandé si j'allais continuer dans la recherche, ou travailler en tant que scientifique dans d'autres structures, comme des ONG de défense de l'environnement. J'ai finalement opté pour une carrière de chercheur, mais l'environnement reste le moteur essentiel de mes travaux.»

C'est en post-doctorat à l'université de Sussex (Brighton, UK) que Chris Ewels commence à travailler sur la modélisation informatique des nanostructures de carbone. «Au début, les scientifiques ont cherché à obtenir des molécules tubulaires de carbone les plus idéales possibles, car ces dernières avaient des propriétés de conductivité thermique et électrique remarquables. On s'est mis ensuite à examiner l'effet des défauts qui peuvent apparaître dans ces objets, comme les atomes manquants, ou les liaisons inhabituelles, car on s'est aperçu que ces anomalies influaient sur leur comportement physique. Chercher ces failles m'intéresse tout particulièrement, parce qu'on peut parfois les utiliser pour en tirer avantage. Si certaines défectuosités risquent de fragiliser la structure, ou lui faire perdre ses propriétés conductrices, dans d'autres cas l'introduction délibérée d'impuretés peut améliorer les propriétés que l'on recherche. C'est en étudiant les anomalies que l'on avance. C'est un peu comme avec les gens, sans défaut, ils sont très ennuyeux…»

Immersion dans Vega Science

À Brighton, le jeune Britannique fait une autre rencontre importante: celle de Sir Harry Kroto, tout juste récompensé de son prix Nobel de chimie. Considéré comme un des pères fondateurs des nanotechnologies, Sir Harry est non seulement une tête chercheuse, mais aussi un remarquable communicateur, passionné par les possibilités de mieux faire connaître la science par l'image. Il vient de créer le *Vega Science Trust*, une fondation qui est aujourd'hui une plate-forme de référence internationale pour la promotion et la diffusion scientifique audiovisuelle, en particulier par Internet et via la BBC. *Vega* permet d'accéder à de remarquables interviews de chercheurs de réputation mondiale, des films de qualité, des débats, des extraits des conférences, etc.

Or, ce qui plaît à Chris Ewels, c'est d'abord l'image, qui joue un rôle essentiel, non seulement dans son approche de la science des matériaux, mais dans la vie tout court. Il est né sous l'étoile de l'expression audio mais surtout visuelle. Durant les trois ans qu'il passe à Brighton, il s'implique activement dans les développements du *Vega Science Trust*. Mais ce qui le séduit davantage encore, ce sont les possibilités nouvelles offertes aux chercheurs pour établir, entre eux et avec tout public intéressé par leurs travaux, un dialogue visuel à la fois sur ce qu'ils cherchent, sur leurs bons ou mauvais résultats, et sur la façon dont ils coopèrent.

Une façon de se passer des journalistes? «Il y a d'excellentes émissions scientifiques et d'excellents articles, bien structurés et bien informés. Mais le problème que pose, par exemple, un média comme la télévision, est la pression du temps, la durée limitée des émissions, le besoin d'une large audience pour attirer les publicitaires, l'obligation d'*entertainment*. Les programmes produits par *Vega Science Trust*, réalisés par des professionnels des médias avec une forte collaboration avec des scientifiques au niveau du contenu, montrent tout autre chose. On entre dans le vif du sujet de questions scientifiques en dégageant, avec eux, ce qu'elles peuvent avoir de passionnant. De tels programmes peuvent parfois paraître ardus, mais ce n'est pas le nombre de téléspectateurs ou d'internautes qui compte, c'est le degré d'intérêt que peuvent y trouver ceux qui y entrent.»

Après le Royaume-Uni, marié à une Française, Chris Ewels est aujourd'hui chercheur à l'*Institut des Matériaux Jean Rouxel de Nantes – IMN* (FR). Passé par la filière d'excellence Marie Curie, il y décroche un prix européen en 2006: «cette récompense couronnait un travail de recherche, mais j'ai l'impression que mon implication dans la communication de la science n'y est pas étrangère…»

Les aventuriers de Nano²Hybrids

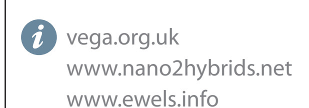
Et cette implication continue de plus belle. Tout y incorporant la participation du *Vega Science Trust*, Chris Ewels est l'un des fondateurs, en 2007, du projet européen *Nano²Hybrids*. Celui-ci est coordonné par Jean Jacques Pireaux, patron du *Laboratoire interdisciplinaire de spectroscopies électroniques à l'université de Namur* (BE). Le projet rassemble huit laboratoires européens (1) associés dans la recherche sur des nanotubes de carbone modifiés par des apports métalliques (et les méthodes pour y parvenir). L'objectif est de concevoir des détecteurs de gaz dangereux – en l'occurrence le benzène – présents dans un environnement. Les chercheurs étudient les moyens d'améliorer le changement de conductivité électrique susceptible d'être amplifié lorsque le gaz imprègne les nanotubes.

Tous les partenaires du projet ont adhéré à l'idée de jouer le jeu de la transparence, et cela en continu. Le site de *Nano²Hybrids* est répertorié sur la très fameuse plate-forme visuelle *YouTube*. «En direct», les partenaires, aux quatre coins de l'Europe, tiennent leur blog en postant des vidéos, les un faisant état de leurs travaux, les autres faisant visiter leur labo ou filmant débats et discussions, tout en rendant vivante l'atmosphère de coopération entre les équipes qui jouent leur partition dans une architecture commune. Outre que ce carnet de bord crée un lien tout à fait nouveau entre les chercheurs, il se veut également totalement accessible, de l'extérieur, à tout internaute attiré par cette communication visuelle originale de la science en train de se faire.

Chacun peut entrer dans le débat, apporter des idées, lancer des critiques. Les chercheurs ont un visage et une voix, la science se met à nu, sans idéalisation, souvent avec humour. «C'est vrai que certains scientifiques trouvent notre pari sur l'image assez fou… Mais, dans d'autres projets, la jeune génération des chercheurs trouve ses marques dans notre démarche.» Et les internautes citoyens? «Notre but n'est pas l'audience. Nous voulons capter les esprits curieux de se plonger dans l'atmosphère d'une équipe de recherche et nous souhaitons apporter notre voix dans le grand débat sur le développement des nanotechnologies.». Le site reçoit parfois des questions très directes sur les méfaits possibles des nanotechnologies, invisibles et peut-être sournoises, sur la santé. «Nous nous posons les mêmes questions…»

Christine Rugemer

(1) FUNDP-Namur (BE), ULB (BE), UCL (BE), IMN (FR), CRP-GL (LU), université *Rovira I Virili –Tarragone* (ES), Sensotran (ES), Vega Science Trust (UK).


vega.org.uk
www.nano2hybrids.net
www.ewels.info



Pneus au rebut: un gisement

À chaque flambée du prix des matières premières, le cours du caoutchouc vierge, naturel ou de synthèse, s'envole lui aussi. Or, les pneus au rebut pourraient satisfaire 45 % de la consommation européenne en caoutchouc vierge selon une estimation du projet Criosinter. Sous ce nom s'ouvrent de nouvelles perspectives pour la fabrication de produits en pneus recyclés. Aperçu.

Quand le déchet prend de la valeur

Près de 3 millions et demi de tonnes de pneus hors d'usage viennent grossir chaque année un stock européen déjà considérable et difficile à éliminer. Recyclés l'an dernier pour un tiers d'entre eux, ces pneus servent notamment de remblai: construction de routes, réhabilitation de carrières... Déchiquetés et débarrassés de leurs composants textiles et métalliques, ils sont utilisés pour les pelouses synthétiques de terrains de football et de rugby. Broyés, ils sont agglomérés en revêtement pour les aires de jeux ou moulés en roulettes de caddies…

Mais trop souvent, les pneus finissent dans une décharge, malgré la directive européenne 99/31/EC qui interdit cette pratique depuis 2006. «Nous pouvons augmenter la part du recyclage», assure Valérie Shulman, secrétaire générale et co-fondatrice de l'*Association européenne pour le recyclage des pneus – Etra* (1). «Compte tenu du profil technique des besoins, le pneu peut se substituer au caoutchouc vierge dans de nombreux produits», ajoute-t-elle. Pas question bien sûr de remplacer les qualités de résistance incomparables du latex naturel dans un produit aussi sensible que le pneu. Mais s'il perce sur une partie du marché du caoutchouc – semelles, mobilier urbain, industrie auxiliaire de l'automobile, etc. –, le pneu hors d'usage prendra de la valeur.

Un matériau mal considéré

En réalité, le caoutchouc ne se recycle pas. Dans un pneu, il est intimement mêlé à parfois près de 200 ingrédients, puis soumis à la vulcanisation, un processus irréversible qui modifie sa structure moléculaire et lui confère les propriétés recherchées par le fabricant. Elasticité, amortissement, insonorisation, le matériau obtenu par broyage de pneus usagés conserve néanmoins une large gamme de propriétés exploitables. Pour convaincre un marché réticent à utiliser ce matériau mal considéré, le projet *Criosinter* s'est mis au défi de fabriquer des prototypes à 100 % en pneus recyclés pour trois produits représentatifs du secteur. La semelle de chaussure, un exercice de style incontournable de par ses exigences pour l'aspirant-caoutchouc, la dalle de revêtement de chaussée, usinée sans adjonction de liant, et le pare-chocs de camion, une pièce de grande dimension.

Trois fabricants partenaires du projet réalisent les prototypes dans leurs ateliers. Doté d'un cofinancement du 6ème programme-cadre à hauteur de plus d'un demi-million d'euros sur deux ans, *Criosinter* s'est terminé au début de l'année 2008. «Au premier abord, il ne nous paraissait pas possible de réaliser ces prototypes», se souvient Tomás Zagora, biomécanicien et coordinateur technique du projet à l'*Institut de Biomécanique de Valencia* (ES). «Les propriétés des matériaux issus de pneus recyclés dépendent d'une quantité de facteurs que nous ne maîtrisions pas.» En effet, de la taille des pneus et de leur provenance découlent les propriétés physico-chimiques du produit fini. Leur mode de broyage – méthode traditionnelle ou innovante, mécanique à température ambiante,





© IBV Valencia

© IBV Valencia

Tomás Zamora présentant un prototype de chaussures dont les semelles sont en caoutchouc recyclé.

ou cryogénique à la température de transition vitreuse – influe également sur le résultat. Pour finir, la taille des particules est déterminante: réduit à l'état de poudrette de l'ordre du centième de micromètre ou en fragments d'un cm ou plus, le pneu ne se recycle pas à l'identique. Lequel de ces matériaux utiliser pour satisfaire les exigences de tel fabricant? Impossible de répondre sans une analyse approfondie.

Au bout de la route, la semelle…

À ce stade, poudrettes, poudres et granulats prennent la direction des laboratoires d'expertise. Trois fournisseurs, aux méthodes industrielles représentatives de la diversité des pratiques, sont partenaires du projet. «Morphologie des particules, granulométrie, état de surface, analyses thermomécaniques et quantité d'autres tests nous ont permis d'aboutir à la caractérisation complète de ces matériaux», explique Tomás Zagora. Les produits de chacun des fournisseurs donneront lieu à un prototype. La suite, du côté de l'un des fabricants: «Avec ce caoutchouc 100% recyclé et les additifs nécessaires pour mener à bien l'opération, nous avons moulé les semelles d'un modèle commercial de chaussure, sportif et jeune d'aspect», détaille Jose Ramón Sempere, responsable technique de la société *Analco Auxiliar Calzado S.A.* (ES). «Nous avons utilisé le processus normal de moulage par application de pression et de température en tenant compte des spécificités du matériau. Pour une production en série, il nous faudrait adapter le processus de production aux données obtenues dans le cadre du projet», complète-t-il.

Ce résultat est le fruit d'un travail d'optimisation mené par les partenaires sur l'ensemble du processus de fabrication, paramètres de moulage compris. Au final, un système expert prend, en entrée, trois propriétés mécaniques aux limites requises par le fabricant pour son produit, pondérées par importance respective. Le système expert fournit en sortie le choix d'un matériau optimisé, la composition du mélange à injecter, la température et la durée du processus de moulage de la pièce. «À notre connaissance, aucun prototype n'avait jamais été fabriqué par ce procédé avec du caoutchouc issu à 100% de pneus recyclés, même s'il existait un certain nombre d'études préliminaires dans ce sens», souligne Tomás Zagora. Sur les trois prototypes réalisés, seule la semelle ne donne pas entière satisfaction. «Nous pourrions commercialiser un type de chaussures au design simple sans trop d'exigences physiques», estime Jose Ramón Sempere avant d'ajouter: «nous ne sommes pas encore parvenus à un produit fiable à 100% au niveau de ses conditions d'utilisation et il reste à résoudre le problème de l'odeur de ce caoutchouc.»

Bientôt dans les rayons?

Le vieux pneu recyclé en semelles de chaussure deviendra-t-il un produit tendance? Qu'il présente toutes les qualités attendues et soit monté sur un modèle sympa n'y suffira pas, car l'image des produits de recyclage n'est pas toujours très positive. Comment lever les barrières qui freineraient son introduction? Pour répondre à cette question, les spécialistes en interaction produit-consommateur ont mis en œuvre des techniques d'ingénierie «affective» destinées à améliorer la perception des produits issus du recyclage. L'étude menée dans le cadre du projet révèle que «si les consommateurs sont correctement informés, leur intention d'achat s'accroît de près de 50%. Les mots «vert», «de qualité», «innovant», «finition soignée» et «de valeur» reflètent alors l'amélioration de leur appréciation.»

Les fabricants de pneus privilégient l'incinération

Parmi les partenaires du projet *Criosinter* pour l'utilisation de pneus recyclés dans la fabrication de produits à haute valeur ajoutée, on trouve six PME, mais pas un seul fabricant de pneumatiques. Comment ces derniers assument-ils leur responsabilité, au sens de la directive-cadre sur les déchets, dans la valorisation de leurs produits parvenus en fin de vie? «Les fabricants de pneus tiennent de grands discours sur leur engagement en faveur de la réutilisation des pneus usagés mais en réalité ils privilégient la voie de l'incinération. Un choix qui ne leur coûte rien en terme de R&D et ne risque pas de favoriser l'émergence d'une filière concurrente», affirme Valérie Shulman, co-fondatrice de l'*Etra* (1). «En effet, le caoutchouc issu des filières du recyclage entre directement en concurrence avec celui qu'ils commercialisent eux-mêmes», poursuit-elle. «Le choix de la valorisation énergétique par incinération n'est pas un mauvais calcul, mais lorsqu'ils signent des contrats qui les engagent sur cette voie pour une durée de parfois 25 ans, les producteurs de pneumatiques compromettent l'avenir d'une société durable fondée sur l'émergence d'un nouveau secteur économique lié au recyclage.»

Inspirés par ces résultats, les chercheurs ont imaginé un label qui résume les avantages environnementaux associés à l'achat d'un article en pneu recyclé. «Substituer ce matériau au caoutchouc vierge», apprend-on, «permettrait de réduire d'environ 72% les émissions de gaz à effet de serre liées à l'extraction de nouvelles ressources naturelles et d'économiser ainsi près de 88% d'énergie.» Le pneu fatigué d'avaler l'asphalte ira-t-il battre le pavé? Nous verrons bien… ●

Sandrine Dewez

(1) *Etra – European Tyre Recycling Association*, www.etra-eu.org



Criosinter
12 partenaires – 6 pays (ES-FR-IT-NL-PT-UK)
www.criosinter-project.net

L'art d'être aimé

Les entreprises, PME ou multinationales, ont besoin de donner d'elles-mêmes une «image de leur responsabilité sociétale». Cette image ne se constitue pas uniquement à partir de la façon dont la publicité peut vanter la qualité et le prix de leurs produits, mais aussi de la perception et de l'évaluation émanant d'acteurs extérieurs – syndicats, organisations de consommateurs, ONG environnementales, groupes de défense des principes éthiques, etc. Cet aspect essentiel, qui fonde les conditions de la «performance sociétale» d'une entreprise, a été analysé par les chercheurs du projet européen Response.

Selon une enquête réalisée en 2004, seulement 32% des Européens considèrent que les entreprises exercent leurs activités dans l'intérêt de la société. 64% estiment que les multinationales n'ont aucune action dans ce sens. Cette piètre perception qu'ont les citoyens de la «responsabilité sociale de l'entreprise» (RSE) n'est pourtant pas due à un manque de volonté des firmes qui s'efforcent de la prendre en compte, si ce n'est dans leurs activités, au moins dans leur communication. Pour les chercheurs du projet européen *Response*(1) qui viennent de mener à terme trois ans d'enquêtes et d'analyses pour comprendre ce décalage, l'écart entre la compréhension que se font les managers d'entreprise des attentes sociétales et celle qu'en ont les acteurs externes, qui contribuent – indépendamment de leur stratégie – à forger leur image, nécessite de prendre en compte le concept «d'alignement cognitif».

Professeur à l'*Università Luigi Bocconi* (Milan, IT) et à l'*INSEAD, Institut européen d'administration des affaires* (Fontainebleau, FR), Maurizio Zollo, qui a dirigé ce projet, explique que «le déficit d'alignement cognitif de la part des dirigeants d'entreprise est à chercher principalement dans les stratégies défensives – consistant à affirmer que leurs activités ne sont pas 'nuisibles' à la société – alors qu'une approche cognitive cherchera à comprendre le point de vue et les motivations profondes de leurs partenaires sociétaux pour affirmer une responsabilité sociale positive.»

Une vision conservatrice

Après avoir interviewé 210 managers dans 19 multinationales rigoureusement sélectionnées pour permettre des comparaisons pertinentes, ainsi que 217 représentants de plus de 180 organisations sociales concernées, les chercheurs ont procédé à une analyse approfondie des résultats de cette enquête. Ils ont distingué les secteurs d'activité ainsi que la localisation géographique des acteurs et les contextes sociétaux pour identifier les différentes zones de frictions autour de la notion de RSE.

Les résultats font apparaître une tendance conservatrice des managers quant à la perception de leur propre responsabilité. Ces derniers cherchent davantage à éviter tout impact négatif sur la société plutôt que de se montrer proactifs pour l'influencer positivement. Leur conception, fréquemment limitée au respect de règles morales et légales, s'éloigne de celle des organisations sociales qui optent pour une vision «élargie» de l'entreprise et de ses responsabilités, intégrant le plus largement possible les intérêts de chacun. Pour Maurizio Zollo, «Cet écart n'est dû ni à un manque de volonté ni à l'absence de communication entre les parties, mais bien à une incompréhension.» Les chercheurs ont donc identifié une série de facteurs internes et externes à l'entreprise responsables de ce «défaut d'alignement».

Se différencier améliore la RSE

Une forte stratégie de différenciation dans l'offre de produits implique généralement un bon *alignement cognitif*. Développer des produits originaux implique, en effet, d'être à l'écoute de sa clientèle et de la société dans son ensemble, afin d'améliorer la compréhension des attentes sociales. Ce résultat se confirme encore lorsque des entreprises optant pour la différenciation opèrent dans des secteurs pourtant socialement sensibles (telles les nouvelles technologies), donc confrontés à des frictions en termes d'emploi, de risques cachés, etc. En moyenne, grâce à la capacité d'innovation qu'elles véhiculent, ces firmes présentent un meilleur score de dialogue sociétal que d'autres, appartenant à des domaines traditionnellement confrontés à un certain nombre de conflits (chimie, énergie, etc.), mais orientées vers des produits standardisés. Cette stratégie de différenciation donne à l'entreprise une écoute «positive» des attentes citoyennes, débouchant sur de meilleures performances sociales.

Des stratégies «gagnant-gagnant»… sur le long terme

Plus généralement, les travaux de *RESPONSE* montrent que les stratégies d'entreprises centrées sur la réduction des coûts et des risques et la maximisation des ventes sont de mauvais guides pour améliorer «l'alignement». Les chercheurs préconisent une stratégie visant à intégrer la RSE en profondeur dans l'organisation managériale.

Conjuguer RSE et performances financières est-il néanmoins réalisable? Selon une étude du consortium boursier *Euronext*, 65% des analystes financiers estiment que l'impact à court terme d'une stratégie d'entreprise socialement responsable serait plutôt négatif sur sa situation économique… Mais ils ne sont plus que 5% à se prononcer dans ce sens sur le long terme. Maurizio Zollo va plus loin en affirmant «qu'aucune étude ne montre de corrélation inverse entre performances financières et sociales, les deux pouvant être intégrées et progresser simultanément». Une bonne intégration de la RSE peut induire des gains financiers, confirme-t-il, en favorisant l'innovation, en attirant de nouveaux clients et partenaires, en améliorant la sécurité et l'efficacité de la production ainsi que la qualité des produits.

Le dynamisme, un facteur clé

Des causes externes à l'entreprise sont aussi sources d'un handicap d'alignement, comme le manque de dynamisme du secteur d'activité ou de la région d'implantation. Les chercheurs expliquent ainsi l'excellent niveau de perception sociétale des firmes du Royaume-Uni, dépassant celui de pays de l'Europe du Nord, pourtant réputés pour la forte responsabilité sociale de leurs entreprises. D'une part le dynamisme des industries britanniques favoriserait l'ouverture sur la société, d'autre part les visions avant-gardistes sur la RSE des parties prenantes des pays nordiques ne seraient pas intégrées par les entreprises qui, déjà créditées de bonnes performances sociales, négligeraient l'évolution rapide des exigences de la société.

Un autre facteur externe favorable à l'alignement identifié par les chercheurs est la pression exercée par les organisations sociales, qui tend à corriger ce manque d'intégration de la RSE dans les processus d'entreprises et montre bien l'absence de démarche proactive de certains managers qui se contentent de réagir aux pressions extérieures.

La responsabilité sociale, un fondamental de l'entreprise

Pour combler ces écarts d'alignement et améliorer la performance sociale des entreprises, la première étape à franchir pour les dirigeants consiste à prendre conscience de ce schisme et à en comprendre la nature. Les chercheurs préconisent ensuite d'intégrer la RSE dans les fondamentaux du management et ne plus la considérer comme un élément externe à l'organisation et à la stratégie. Ils suggèrent aussi un renforcement du rôle des responsables RSE afin d'établir un dialogue régulier avec les parties prenantes et mettre en place des participations conjointes. Les responsables des ressources humaines sont, eux aussi, sollicités pour introduire une vision élargie de la RSE dans les contenus des formations internes et transmettre ces attentes au monde de l'éducation.

«En focalisant les managers sur les performances économiques au détriment d'autres concepts, les écoles de commerce sont en partie responsables du mauvais alignement de certaines entreprises», estime Maurizio Zollo. Pour le chercheur, laisser une place aux valeurs et aux sensibilités personnelles des dirigeants favorise un comportement socialement responsable. L'étude montre en effet des résultats très positifs lorsque les cadres suivent des séances d'introspection ou ont recours à certaines pratiques de méditation. Rendre l'entreprise plus humaine et moins autiste à la société est-il un vœu pieu? Maurizio Zollo utilise déjà les conclusions des travaux de *RESPONSE* pour engager des discussions dans les écoles avec des futurs managers et s'investit pour que le monde de l'enseignement s'approprie ces résultats. ●

François Rebufat

(1) *Understanding and responding to societal demands on corporate responsibility*, programme de recherche piloté par l'*European Academy of Business in Society*, en partenariat avec quatre écoles de commerce européennes: *INSEAD* (FR), *Copenhagen Business School* (DK), *Università Commerciale Luigi Bocconi* (IT), *Leon Kozminski Academy of Entrepreneurship and Management* (PL).


RESPONSE

6 partenaires – 5 pays (AT-DK-FR-IT-PL)

www.insead.edu/v1/ibis/response-project

LA SCIENCE À PORTÉE DE MAIN



Le manchot Dora pesait 11,4 kg lors de la pose de sa balise (n° 34880), le 17 janvier 2008.

Les sentinelles du climat

Où sont-ils? Comment se portent-ils? Chacun peut suivre, au jour le jour, les migrations de trois espèces polaires que les chercheurs du *CNES* et du *CNRS* (FR) ont prises sous leur aile: éléphants de mer, albatros et manchots. Certains d'entre eux ont été équipés de balises *Argos* munies de mini-capteurs sensibles à la pression, la température et la salinité. Le pistage de ces «argoanimaux», particulièrement sensibles à l'écologie marine et aux changements climatiques, devrait apporter des renseignements précieux.
Le plus imposant, l'éléphant de mer du sud (différent de son cousin boréal), qui pèse jusqu'à 4 tonnes et passe près de 90 % de son temps sous l'eau, donne des indications sur les connexions entre les mécanismes océaniques et les écosystèmes complexes antarctique et subantarctique. Espèce menacée, les grands albatros jouissent d'une longue vie – jusqu'à 60 ans – et ne se reproduisent que tous les deux ans. Ils permettent de mieux connaître l'impact des pêcheries industrielles sur leurs démographies. Les manchots royaux se nourrissent exclusivement en plongée, parfois à grande profondeur, et en haute mer, durant de longs voyages alimentaires. Leurs déplacements, qui peuvent s'effectuer sur des centaines de kilomètres, renseigneront les chercheurs sur les variations annuelles de paramètres océanographiques majeurs de l'océan austral, un grand régulateur du climat mondial.
Un site convivial permet de suivre en temps quasi réel les voyages des «argoanimaux», carte de leurs déplacements à l'appui. Les chercheurs tiennent un «journal de bord» (illustré de photos) dont ces trois espèces sont le principal sujet. Les données environnementales fournies par les capteurs sont accessibles, de même que des fiches biologiques et autres outils de connaissances. Quant aux enseignants, ils ont à leur disposition des dossiers pédagogiques et des exercices adaptés à différentes disciplines et différents niveaux.

i www.cebc.cnrs.fr/ecomm/argonimaux.html

Vous avez dit épigénétique?

«On peut sans doute comparer la distinction entre la génétique et l'épigénétique à la différence entre l'écriture d'un livre et sa lecture. Une fois que le livre est écrit, le texte (les gènes ou l'information stockée sous forme d'ADN) sera les mêmes dans tous les exemplaires distribués au public», explique Thomas Jenuwein, chercheur à l'institut de pathologie moléculaire de Vienne. «Cependant, chaque lecteur d'un livre en tirera une interprétation légèrement différente, car l'histoire suscitera en lui des émotions et des projections personnelles au fil des chapitres. D'une manière très comparable, l'épigénétique permettrait plusieurs lectures d'une matrice fixe (le livre ou le *code génétique*), donnant lieu à diverses interprétations, selon les conditions dans lesquelles on interroge cette matrice.»
Thomas Jenuwein est l'un des coordinateurs du réseau d'excellence *Epigenome*, important consortium de collaboration entre scientifiques de haut niveau, lancé grâce à un financement de l'UE. Le réseau est soucieux d'intégrer de jeunes chercheurs à ses travaux et dédie un tiers de ses fonds au soutien d'une douzaine d'équipes nouvelles qu'il a engendrées. Les acteurs d'*Epigenome* ont, en outre, lancé un site web très dynamique et attrayant, accessible, en 7 langues, à tout public intéressé par ces recherches. Des recherches abordées par les biais les plus inattendus: reportages concoctés par les scientifiques en personne, bande dessinée présentant l'histoire de l'épigénétique, réflexions sur le clonage des animaux familiers, explications claires de concepts de base, etc. Un vrai puits de connaissances, non seulement sur l'«épi», mais également sur la génétique.


i www.epigenome.eu



Science 2.0

Le débat bat son plein dans le monde de la communication scientifique: faut-il s'engouffrer dans la galaxie *Science 2.0*?
Cette expression en vogue – bien évidemment calquée sur le vocable *Web 2.0* – désigne la multiplication des expériences visant à exploiter, au sein des laboratoires, les fonctionnalités de plus en plus interconnectées et interactives de la Toile. *Science 2.0* est un modèle qui entend révolutionner non seulement les pratiques de transmission des connaissances – sur le modèle de *Wiki* –, mais aussi la valorisation personnelle des chercheurs – sur le modèle du blog enrichi façon *Facebook*.
Deux camps s'opposent: les enthousiastes de l'*Open Access* sans frontières aucunes, et les réticents – qui craignent la perte du sceau de qualité garanti par le *peer review*, auxquels il faut ajouter les sceptiques pour qui mettre «l'intimité» de certaines recherches en ligne est utopique.
De leur côté, des scientifiques européens tenants du premier groupe ont inauguré le site *ResearchGATE*, réseau style *Facebook* au service des chercheurs. Ce jeune portail a été inauguré lors des assises *ESOF 2008*, en juillet 2008. Une expérience

à suivre : dans la galaxie Internet, l'apparition d'étoiles nouvelles peut aller très vite – en croissance ou en déclin.

 www.researchgate.net

Guerre et paix

Peenemünde, région du Nord-est de l'Allemagne, est un haut lieu de l'histoire. À l'aube du 18 août 1943, les alliés, dans l'opération *Hydra*, larguèrent 2000 tonnes de bombes sur ce centre d'essai militaire où travaillait notamment Werner von Braun – et, bien sûr, une masse de travailleurs forcés et de prisonniers de guerre. C'est ici que naquirent les tristement célèbres V1 et V2, ainsi que la fusée A4, précurseur de tous les lanceurs militaires et civils.

Peenemünde se veut aujourd'hui «un haut lieu international de rencontres et de pédagogie pour l'éducation à la paix». Son *Centre d'information historique et technique* est établi dans la centrale électrique de l'ancien centre d'essai militaire. Des ateliers, des séminaires, des expositions sont centrés sur l'ambivalence de la technique et les risques du progrès. De nombreux thèmes de débats ont trait à la technologie, à l'écologie, à la politique et à l'éthique.

La surface d'exposition de 5000 m² se divise en deux volets. Un premier espace montre des documents d'époque, films, interviews et maquettes. Un second est consacré au développement de la technique des lanceurs après la Seconde Guerre mondiale, à la course aux armements durant la Guerre froide et aux premiers vols spatiaux civils.

Le terrain environnant propose également une exposition d'objets et un parcours fléché permet de se promener dans ce paysage aux blessures historiques. Le centre a été récompensé par la croix de clous de Coventry pour sa démarche pacifique.

 www.peenemuende.de

Le premier tir expérimental de la fusée A4, développée à Peenemünde, eut lieu le 3 octobre 1942. Transportant une charge explosive d'une tonne, celle-ci atteignit une altitude de 85,5 km. Elle fut ensuite utilisée en 1944, sous le nom de V2, avant d'être à l'origine des développements ultérieurs de tous les lanceurs – civils ou militaires.

Petit écran, grandes idées

Zapper sur *Da Vinci Learning*, c'est risquer d'y rester accroché. Parce que la science, bien montrée, bien contée et abordée par des angles inattendus, est une histoire passionnante. Le grand Freud, par exemple, avait des tics et s'effrayait du chiffre 62. Anecdotique? Peut-être, et peut-être pas tant. Une manière en tout cas d'offrir un biais inattendu pour comprendre ses questionnements. Freud, comme Darwin ou Beethoven fait partie de la série britannique *Great Thinkers*. La bionique (ou la manière dont la technologie s'inspire de la nature) est expliquée dans le film *Nature Tech*. La série *Maths Mansion* allie les frissons de la fiction aux problèmes mathématiques…

Toutes ces émissions (films, documentaires, expériences pédagogiques) rassemblées et proposées par *Da Vinci Learning* ont la même ambition: éveiller la curiosité et l'envie de connaître. Elles ont été réalisées pour de nombreuses télévisions européennes, japonaises, australiennes, nord-américaines et ont suscité des audiences importantes. Enfants et parents, professeurs et élèves, se sont ainsi plongés, de manière informelle, dans la biologie, la géologie, la futurologie, l'histoire, la chimie, etc. L'objectif de *Da Vinci Learning* est de diffuser en Europe centrale et orientale ces émissions qui ont fait leurs preuves ailleurs. Mais la nouvelle «chaîne du savoir» ne compte pas en rester là: propositions et idées nouvelles sont les bienvenues.

 www.da-vinci-learning.com
info@da-vincitv.net

S'envoler à Montréal

Le jeune *Centre des sciences* de Montréal s'affiche comme le plus grand du monde. Son site, en anglais et en français, est un bon exemple de l'évolution de la communication virtuelle de ce type de structure. Sur le web, beaucoup de jeunes servent de guides, tout le monde se tutoie, la musique et les images de synthèse fusent de partout, l'interactivité bat son plein. Chacun peut entrer dans la peau d'un journaliste scientifique et réaliser un reportage, en apprendre plus sur le rêve en discutant avec des chercheurs-rêveurs virtuels, ou – si l'on préfère un moment de calme – aller voir du côté du magazine en ligne. Les enseignants ne sont pas oubliés, avec des activités pédagogiques diverses, baptisées «Éclairs de science».

 www.centredessciences-demontreal.com

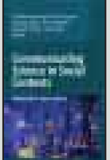


COIN PÉDAGOGIQUE

La nature en RGB

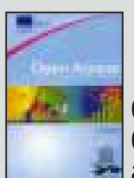
Tubes cathodiques ou écrans d'ordinateur, tout système émetteur d'images en couleurs fonctionne sur base d'un même codage.
Le principe est simple: n'importe quelle couleur peut être obtenue à partir des nuances de trois couleurs primaires: le rouge, le vert et le bleu, codée chacune, dans ce modèle RGB (Red, Green, Blue) sur un octet (8 bits d'information), ce qui permet 2^8 (soit 256) nuances de rouge, de vert, ou de bleu, pour un total de 16 777 216 combinaisons, un nombre de couleurs bien supérieur à ce que notre œil peut distinguer.
Grosso modo, ce codage s'inspire du système utilisé par la rétine. Cette dernière est tapissée de deux types de photorécepteurs: les bâtonnets et les cônes. En fait, l'information émise par les bâtonnets est envoyée au cerveau en échelle de gris. C'est l'impulsion électrique délivrée par les cônes qui avertit le cortex visuel des couleurs perçues.
Chez l'homme, ceux-ci sont de trois types, sensibles… au rouge, au vert ou au bleu!
Une simple expérience suffit pour démontrer à votre entourage que la disposition de cette mosaïque de détecteurs n'est pas aléatoire. Munissez-vous d'un objet de couleur vive, comme un surligneur, et trouvez-vous un cobaye docile qui devra simplement regarder droit devant lui. En partant de l'arrière de son crâne, approchez lentement l'objet coloré en longeant sa tête dans la direction de son champ de vision. Faire osciller quelque peu l'objet peut aider au succès de la manipulation. Dès que la personne distingue un mouvement, arrêtez-vous et demandez-lui la couleur de l'objet. Elle se surprendra elle-même à ne pouvoir vous répondre!
L'expérience permet de montrer que les bâtonnets sont majoritairement situés sur la rétine périphérique, tandis que les cônes se concentrent surtout au centre de celle-ci. Quoique limités au noir et blanc, les bâtonnets ont l'avantage de fonctionner avec peu de lumière, ce qui n'est pas le cas des cônes. Voilà donc pourquoi «la nuit, tous les chats sont gris».

PUBLICATIONS



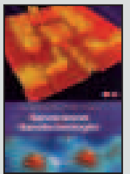
Communicating science in social contexts. New models, new practices.

Cheng, D.; Claessens, M.; Gascoigne, T.; Metcalfe, J.; Schiele, B.; Shi, S.
2008, 322 pages,
ISBN: 978-1-4020-8597-0
Fruit d'un travail d'expertise et d'analyse de près de 20 ans, cet ouvrage examine en profondeur les mutations récentes de la communication de la science, dont les modèles théoriques préétablis sont aujourd'hui en net décalage avec la réalité sociale. Un mélange savant d'approches théoriques et pratiques qui nous explique comment faire face à un monde de plus en plus dominé par les sciences et les technologies.



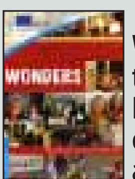
Open access. Opportunities and challenges

2008, 144 pages,
ISBN 978-92-79-06665-8
Pour ou contre le libre accès aux publications scientifiques via Internet? Cette analyse ouvre le débat, en présentant les défis et opportunités de ce nouveau mode de communication aux perspectives d'avenir nombreuses pour l'EER.



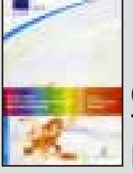
Nanosciences, nanotechnologies.

Juin 2008, 160 minutes,
CNRS Images
Un voyage en cinq étapes au cœur du nano monde. Ce DVD s'adresse à toute personne curieuse de cet univers émergent et s'inscrit dans une collection de DVD thématiques, produite par CNRS Images (FR). Menus et sous-titres en français et anglais.



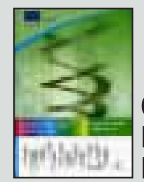
Wonders, Welcome to Observations, News and Demonstrations of European Research and Science

2008, 38 pages,
ISBN 978-92-79-08774-5
Retour exhaustif sur l'édition 2007 de Wonders, le tout premier festival européen des sciences. Il a notamment donné lieu à une vingtaine de «Fêtes de la Science» européennes qui ont pu échanger régulièrement des activités et des expériences de culture scientifique et technique.



Green Paper. The European Research Area. New perspectives.

2008, 122 pages,
ISBN 978-92-79-08317-4
En avril 2007, le Livre Vert lançait une consultation publique en vue de proposer de nouvelles initiatives pour renforcer l'Espace européen de la recherche. Cet ouvrage apporte une synthèse sur les réponses qui ont suivi la consultation.



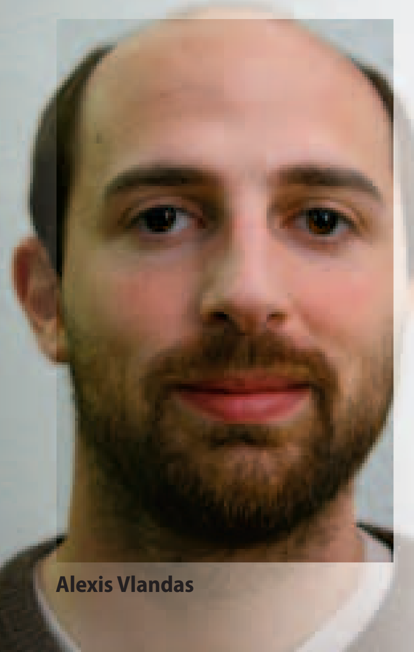
Challenging Europe's research: Rationales for the European Research Area

2008, 52 pages,
ISBN 978-92-79-08412-6
Sorte de complément du Livre Vert, ce rapport final, établi par l'un des 7 groupes d'experts de la DG Recherche, se penche sur la justification de l'existence et la pertinence d'un Espace européen de la recherche.


Vous pouvez consulter et commander d'autres publications relatives à l'Union Européenne sur le site EU Bookshop:
bookshop.europa.eu

JEUNES CHERCHEURS

Alexis, physicien, 27 ans



Alexis Vlandas

J'ai toujours eu envie de comprendre et d'aller au delà des apparences. Faire des études scientifiques ne m'a cependant pas uniquement semblé être un moyen de participer à la création de nouvelles connaissances, mais aussi une façon d'appréhender le monde d'une autre manière. Car le 20ème siècle aura été, sans conteste, celui de la transformation de nos sociétés par les sciences et les technologies. Franco-grec, j'ai vécu à Paris, Bruxelles, Oxford, Londres… C'est lors de mon année *Erasmus* en France que j'ai entendu parler des nanotubes de carbone et du fait que de nouveaux phénomènes pouvaient être étudiés à l'échelle nanométrique. J'ai donc choisi de passer un an dans le laboratoire de microscopie électronique de l'*Université Paris-Sud*. Actuellement en post doc à l'*Institut Max Planck* à Stuttgart (DE) en tant que physicien, je fais partie d'une équipe pluridisciplinaire qui a pour objectif de développer de nouveaux types de senseurs biologiques grâce aux nanomatériaux. Le but est de donner accès à une médecine personnalisée, chez les généralistes, en permettant à ceux-ci de réaliser des analyses en temps réel à partir de quelques gouttes de sang.
Nous n'en sommes pas encore là, mais participer à ce genre de projet est gratifiant tant au point de vue de l'objectif que de l'environnement de travail, très riche aux plans culturel et scientifique.
Cependant, un chercheur doit aller plus loin dans sa réflexion et son engagement vis-à-vis des savoirs qu'il produit. Il doit être conscient des retombées sociétales et environnementales de ses travaux et diffuser activement ses connaissances à un large public. Ceci est un corollaire du changement de paradigme dans lequel évoluent les laboratoires ces dernières années, où la pression au brevet et à l'application a définitivement mis un terme à l'image du scientifique isolé dans sa tour d'ivoire.
En parallèle à mon activité de recherche, j'ai donc participé à divers débats autour des nanotechnologies. Après des dizaines d'interventions devant des publics variés, il me paraît certain que, même dans des domaines complexes, les citoyens sont à même d'identifier des points importants et des compromis nécessaires pour maximiser l'apport positif de nouvelles technologies. A condition qu'on leur demande leur avis ce qui est, hélas, rarement le cas.

Alexis Vlandas

OPINION

Transparence

Je viens de découvrir le numéro de septembre de *research*eu* dans un de vos locaux à Bruxelles et j'ai lu, page 43, le point de vue de Stéphane, un jeune chercheur français. Celui-ci décrivait les dérives du système d'attribution des post-doctorats en France, fondé sur une sélection apparemment objective, mais basé en réalité sur ce qui n'est rien d'autre qu'une forme de corruption (ironie, dans le même numéro, un texte décrit un effort de recherche sur les formes de corruption dans différents systèmes politiques). Chacun sait que le système français est perverti mais personne n'ose le dire ou faire quelque chose pour s'y opposer, sachant que cela pourrait lui enlever toute chance d'en bénéficier.

Une publication de l'Union européenne était le dernier endroit où je me serais attendu à trouver ce qui est dit ainsi, aussi ouvertement (même si ce texte est présenté comme une opinion personnelle). Félicitations à votre publication qui apporte ainsi son grain de sel pour contrebalancer l'attitude hyper-diplomatique souvent associée à l'administration européenne. Il serait bien nécessaire et utile qu'un groupe de chercheurs en sciences sociales ou d'autres scientifiques de toute l'Europe puisse réaliser une étude comparative de la corruption, de la transparence et des opportunités qui apparaissent dans les systèmes scientifiques des différents pays de l'Union. Si vous pouviez réaliser cela, nous pourrions être vraiment fiers d'être Européens.

Rainer Mauersberger,
mauers@iram.es

(NDLR: le n° 54 de *research*eu*, daté de décembre 2007, consacre un article à la question de l'intégrité scientifique)

AGENDA

Pour être au courant des événements concernant la recherche et le développement, voir:
http://ec.europa.eu/research/headlines/archives_diary_en.cfm



Champ de fleurs solaires

Ingénieur et artiste français, Alexandre Dang se fait l'apôtre des technologies respectueuses de l'environnement. Le «tournesol» est son objet fétiche. Ici, Dang'cing Sol'Art Flowers, une installation d'un millier de fleurs, combinant 12 couleurs différentes et intégrant un mécanisme solaire photovoltaïque qui les actionne en fonction de la lumière. Cette œuvre a été présentée au Conseil de l'Union européenne, à Bruxelles, en février 2008. Très soucieux de faire prendre conscience du potentiel des énergies renouvelables, Dang aime travailler avec la jeunesse (d'autres fleurs dansantes ont ainsi été décorées par des élèves de la capitale belge) et a fondé l'association Solar Solidarity International.

KI-AH-08-058-FR-C